ENDEAVOUR

Revista trimestral designada a registrar el progreso
de las ciencias al servicio de la humanidad

VOLUMEN II ABRIL 1943 NUMERO 6

Quimioterapia

Continúan haciéndose progresos impresionantes en muchos aspectos de las aplicaciones de la química y la bioquímica a la eradicación de las enfermedades. A su debido tiempo, pensamos publicar artículos de fuentes autorizadas tratando en detalle de muchos de ellos.

El padre de la cuestión fué Paul Ehrlich, quien en 1891 observó que el parásito del paludismo se teñía con el azul de metileno; él, entonces, trató de encontrar colorantes y, más tarde, los que pudieran llamarse colorantes sin color, que destruyeran los micro-organismos sin daño al huésped. Se descubrió que el propio azul de metileno ejercía alguna acción contra la cuartana; pero quizás el primer resultado notable fué el descubrimiento del rojo tripano (1904), que curaba una infección, hasta entonces mortal, de los ratones, producida por tripanosomas. Los arsenicales orgánicos, atoxil (Thomas, 1905), salvarsan, neo-salvarsan, triparsamida, etc., constituyen jalones a lo largo del camino abierto por Ehrlich, y algunos de ellos continúan siendo fundamentales para el médico. Análogamente, se han introducido en medicina los antimoniales orgánicos, y en una mirada retrospectiva no podemos pasar por alto el tratamiento mercurial de la sífilis, a veces atribuído a Paracelsus.

La aparición del Bayer 205, para el tratamiento de la enfermedad del sueño, fué, probablemente, el resultado directo de los trabajos de Ehrlich; fué un gran paso hacia adelante, pues este derivado complejo del benceno y el naftaleno no contiene arsénico ni ningún otro elemento tóxico análogo. En los últimos años, King, Ewins y Warrington Yorke han demostrado que ciertas diamidinas aromáticas son altamente eficaces contra diversos protozoos.

No podemos hacer más que una breve referencia a la muy importante cuestión de la quimioterapia del paludismo. La quinina mantiene su puesto en el tratamiento de las infecciones agudas, y aunque se conocen muchos análogos activos del alcaloide, ninguno de ellos ha sido introducido en la práctica. Los antipalúdicos sintéticos de mayor éxito parecen haberse conseguido tomando como guía los estudios de Ehrlich.

Servía de guía durante todo este período la idea de la acción directa sobre el micro-organismo. Ehrlich imaginaba que las células del organismo que había de sufrir el ataque contenían varios grupos receptores de moléculas de proteína o enzima, y consideraba que su problema estaba en el descubrimiento de estos grupos y la obtención de substancias tóxicas apropiadas para combinarse con ellos.

Durante largo tiempo no hubo quimioterapia alguna de las infecciones bacterianas, aunque llegó a admitirse la posibilidad después que fué demostrado que la acriflavina o la proflavina no necesitaban destruir las huevadas de trucha para dejarlas estériles (Blake), y después también que Morgenroth y Levy lograron curar ratones, infectados a manera de ensayo con neumococos, por medio de la etildihidrocupreína. Estas observaciones no tuvieron importancia práctica alguna (excepto en los casos de infecciones locales), y el descubrimiento del prontosil, hecho por Domagk, produjo una revolución, no solamente en el tratamiento, sino también en la actitud de los biólogos frente al estudio de la quimioterapia.

El prontosil es un colorante nitrogenado, no habiendo tardado Tréfouel y otros en encontrar que su actividad es debida a uno sólo de sus componentes, la sulfanilamida. Esta es relativamente innocua para el hombre, y se usa en dosis masivas contra las cepas viriles de estreptococos hemolíticos. Ha reducido la mortalidad por fiebre puerperal en un grado asombroso. La droga es también de valor para mantener limpias

las heridas, siempre que se haya eliminado la mayor parte del material infeccioso.

La sulfanilamida no ejerce acción contra los meningococos, gonococos y neumococos, pero ciertos derivados, tales como la sulfanililaminopiridina (M. y B. 693, Ewins y Phillips), sulfatiazola y sulfadiacina se hallan ahora entre las áncoras de salvación a las que acude el médico para el tratamiento de la meningitis, la gonorrea y la neumonía. Las curas conseguidas son, a veces, tan maravillosas como la del escorbuto con la vitamina C. La sulfanililguanidina es considerada como un remedio para la disentería bacilar, y la sal de sodio de la acetilsulfanilamida da buenos resultados en ciertas infecciones de los ojos. Es probable que en la mayor parte de las casas se llegue a tener una cierta reserva del medicamento perfeccionado, el cual habrá de tomarse cuando surja la necesidad con la misma despreocupación que se toma una tableta de aspirina. La sulfametacina, recientemente introducida por los farmacéuticos británicos, se aproxima a este ideal a causa de su baja toxicidad, y los resultados de nuevos ensayos clínicos serán estudiados con gran interés.

Varios experimentadores obtuvieron extractos que eran antagónicos de la sulfanilamida, y finalmente Woods (1940) demostró que el ácido *p*-aminobenzóico neutralizaba la acción de la droga. Según Fildes, que ha hecho extensos estudios de los factores del desarrollo bacteriano y de los factores de inhibición del mismo, el ácido aminobenzóico es un metabolito, y la sulfanilamida es bacteriostática porque obstaculiza la acción normal promotora del desarrollo de este metabolito. Fildes ha hecho hincapié en que aquí tenemos que tener el medio racional de llegar a la investigación en quimioterapia, y la idea está siendo seguida con entusiasmo por numerosos investigadores. Por ejemplo, McIlwain ha demostrado hace muy poco tiempo que los análogos del ácido pantoténico poséen acción bacteriostática en ciertos casos. Dicho brevemente, la idea es la del cuco en el nido, y ello nos ayuda a comprender porqué tienen que ser tan altas las dosis de algunos de los remedios más modernos. Una especie de sustitución de acción de masa de un elemento normal y esencial para el desarrollo va envuelta.

Con seguridad que esto bastaría como progreso de sólo unos pocos años, pero la historia continúa. En 1929, Fleming encontró que el *Penicillium notatum*, adecuadamente cultivado, producía una substancia antibacteriana, denominada penicilina, que difería en importantes detalles de las sulfanilamidas. Su acción, aunque bacteriostática más bien que antiséptica, no es obstaculizada por los estractos bacterianos, ni por el pus ni el ácido *p*-aminobenzóico. Florey y otros hicieron ver la manera de preparar penicilina para usos terapéuticos y demostraron su valor clínicamente. La constitución química de esta importante substancia no se ha puesto en claro todavía, pero es cierto ya que produce efecto en muy altas diluiciones, que es casi completamente innocua y que, a diferencia de las sulfanilamidas, puede emplearse contra los estafilococos. Respecto a la gramicidina, substancia que ha sido aislada del suelo, se sostiene que posée propiedades en cierto modo análogas, salvo en lo que concierne a la toxicidad. Es un polipéptido conteniendo unidades de triptofan.

Los problemas pendientes entre las infecciones bacterianas son la tuberculosis, la tifoidea y el cólera, aunque en cada caso se disponen de huellas que pueden seguirse. El final no está todavía a la vista, pero vamos por un camino que conducirá a ello. Viendo el amanecer de un día de esperanza, puede servirnos de consuelo el pensar que estos trágicos años están compensándonos en algo con su ayuda al alivio de los sufrimientos de la humanidad.

Los trabajos y la correspondencia deberán ser enviados al director: E. J. Holmyard, c/o Imperial Chemical Industries Limited, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Se invita a los investigadores ocupados en trabajos de carácter interesante o importante a enviar notas breves sobre los trabajos en curso y los resultados obtenidos.

Metales

SIR LAWRENCE BRAGG

Solemos asociar la idea de metal con las de dureza, tenacidad y resistencia. Pero, en la raíz misma del estado metálico, reside una paradoja: un metal para ser fuerte, tiene que ser débil. Esa paradoja y el hecho, no menos sorprendente, de que los metales no sean verdaderos sólidos, figuran entre los puntos que discute Sir Lawrence Bragg en el artículo que sigue.

(1) LO QUE LOS METALES SIGNIFICAN PARA NOSOTROS

Para construir o para fabricar los muchos objetos que utilizamos en la vida cotidiana, empleamos diversos materiales, seleccionándolos de modo que sus respectivas propiedades sean adecuadas al uso de cada objeto. Algunos de esos materiales vienen siendo usados desde los tiempos más remotos: por ejemplo, la piedra, la madera, el cuero y las fibras animales y vegetales, aprovechando de cada uno de ellos las propiedades que prestan su valor peculiar. La época tecnológica, en la que ahora vivimos, se dedica a reemplazar los productos naturales que utilizó el hombre primitivo, por una serie de productos artificiales; pero es notable el observar que, en casi todos los casos, nos limitamos a copiar a la Naturaleza. El gran uso que se hace del hormigón representa un avance en el arte de fabricar piedra artificial. Las fibras artificiales tales como el *rayón* o el *nylón*, reemplazan al algodón, la lana y el lino. Las materias plásticas están adquiriendo gran predicamento; corresponden en sus usos a los que el hombre antiguo hacía del cuerno, substancia con propiedades características de tenacidad en todas direcciones, sin las vetas de la madera. En la mayoría de los casos seguimos las huellas de nuestros antepasados, aunque fabricando nosotros los que ellos tenían que recolectar en los bosques y los campos. Aunque hay excepciones. Por ejemplo: hemos descubierto, hace relativamente poco, la cantidad de aplicaciones de la goma natural; y, ahora, la estamos haciendo de una manera artificial.

Sin embargo, los metales constituyen un gran surtido de materiales que no tienen su réplica en la Naturaleza. Hay que rescatarlos de la tierra, donde se encuentran disimulados muy hábilmente. La humanidad no se ha ido dando cuenta, sino muy lentamente, de las posibilidades que encerraban. Al principio eran raros y preciados; y sólamente se utilizaban para fines muy especiales. Se las adjudicó un enorme valor y, para su comercio, se abrieron rutas especiales. Nuestra civilización se basa en el uso de los metales; uso que aumenta sin cesar y en proporciones realmente extraordinarias. En una revisión que Sir Thomas Holland hace de nuestros recursos, afirma que, desde 1900 hasta la fecha, han extraído los hombres más metal de la tierra que durante toda la historia de la humanidad anterior a esa fecha.

¿Qué es lo que proporciona a los metales ese carácter distintivo que todos conocemos por « metálico », y que les hace desempeñar un papel único en la historia de nuestra civilización?

El más sorprendente de sus atributos es que siendo duros y resistentes tanto a la compresión como a la extensión, al mismo tiempo pueden deformarse sin romperse. Se les puede deformar por percusión y, también, estirar para formar alambres; y lejos de debilitarse con tales malos tratos, se hacen más fuertes que antes. Además, por medio del calor, podemos dar a los metales las formas que nos convengan. Las propiedades definitivas de un acero dependen de la historia de su tratamiento por el calor. Un resorte de acero que se calienta y se deja enfriar lentamente, queda relativamente blando, y puede doblarse en la forma que se quiera, o cortarse, o taladrarse.

Si ce calienta y se enfría luego de repente, o sea que se « templa », se hace muy quebradizo. Caliéntesele de nuevo a una temperatura relativamente baja y se hará elástico. Supongamos, por otra parte, el acero que sirve para hacer limas, el cual contiene una gran proporción de carbono. Si se enfría lentamente se hace tan blando que se pueden separar los dientes; mas si se le calienta y se le templa en salmuera, se hace tan duro como el vídrio y apto para limar.

Y, ahora que hemos puesto la electricidad a nuestro servicio, hay un nuevo punto de vista desde el que considerar hasta dónde nos son esenciales los metales. Estos pueden conducir la electricidad y, además, el hierro (y algunos otros

elementos) se puede imantar. Se tiende un cable a través del Atlántico; o dicho en otras palabras, unos hilos de cobre rodeados por una capa de un compuesto de goma, se depositan sobre el fondo del mar. Pues bien: ¿No es extraordinario que una corriente eléctrica prefiera ir desde Inglaterra hasta América mejor que saltar los pocos centímetros de materia aislante que la impiden regresar por el mar? Creo que fué Oliver Wendell Holmes quien, viendo cómo un tranvía tomaba la energía de un ténue hilo aéreo, dijo que eso era potencia al desnudo. Las consecuencias sociales de esos hechos: el poder enviar mensajes o energía por medio de un conductor metálico, han sido incalculables. Los biólogos clasifican a los seres vivos según una escala ascendente de complejidad de sus centros nerviosos; pues bien, nosotros vivimos en un mundo cuyas posibilidades de vida organizada son mucho más altas que las de nuestros padres; y estamos padeciendo las consecuencias de la adaptación a esas condiciones. La guerra actual se hace con armas metálicas, hechas a su vez con máquinas de metal; la posesión de los yacimientos metálicos determina su estrategia; el mundo entero está envuelto en la guerra por causa de los lazos metálicos que le atan.

(2) EL ESTADO METALICO

La ciencia química se ocupa de los compuestos formados por la combinación de varios elementos. La teoría atómica tuvo su origen al intentar Dalton explicar las proporciones en que se combinan los elementos. Más recientemente, los físicos han estudiado la estructura del átomo; y han conseguido comprender mejor las fuerzas que mantienen unidos a los átomos.

Existen unas noventa clases de átomos diferentes, que pueden dividirse en dos grandes grupos: electropositivos y electronegativos. La tabla de clasificación periódica presenta los elementos dispuestos en orden ascendente de complejidad atómica, apareciendo los gases inertes, que carecen de afinidad química, como jalones neutrales en lugares importantes de la tabla. Los átomos que figuran después de ellos son marcadamente electropositivos, los que hay justamente delante son marcadamente electronegativos; y el carácter cambia conforme se va pasando de un gas inerte al próximo de la serie. Con arreglo a la estructura atómica, los átomos electropositivos son aquellos que se desprenden fácilmente de uno o más de los electrones negativos que rodean el núcleo de los átomos, convirtiendo el átomo neutro en un ión cargado positivamente. Los átomos electronegativos absorben fácilmente uno o más electrones adicionales dentro de sus edificios, cambiando su carga de neutra en negativa.

Continuando con esta tosca generalización, diremos que hay tres tipos principales de compuestos o asociaciones de átomos. Están gráficamente ilustrados en la figura 1. El más sencillo consiste en una asociación de átomos electropositivos y electronegativos. Un ejemplo es la sal común (NaCl). Los átomos electropositivos del metal sodio ceden sus electrones a los átomos electronegativos del cloro. Los iones positivos de sodio y los iones negativos de cloro que resultan se mantienen unidos por la atracción electrostática, como en la figura 1 (*a*), en forma de tablero de ajedrez. Esta estructura es típica de las sales inorgánicas en general, aunque la unidad negativa es un complejo de varios átomos.

La asociación en los compuestos orgánicos es de tipo completamente diferente y característica. Aquí, dos o más átomos electronegativos, escasos de electrones, funden sus edificios en una combinación íntima. Este conjunto entretejido forma lo que los químicos llaman una *molécula*, como la del naftaleno: figura 1 (*b*). Esa molécula puede experimentar aventuras físicas, tales como fusión, vaporización, o disolución, y permanecer como entidad. Los elementos electronegativos, carbono, oxígeno y nitrógeno, poséen las fuerzas más potentes para formar esos grupos; y, con un lastre de hidrógeno, forman la base del enorme conjunto de compuestos estudiados por los químicos de orgánica. En las fibras, tales moléculas se hallan formando largas cadenas mediante la unión de cada una de ellas con la siguiente. En el cuerno, y en algunas substancias plásticas, además de esos enlaces hay otros transversales. Cadenas largas, con eslabones capaces de girar libremente, de modo que puedan serpentear, y unidas por medio de bandas laterales poco frecuentes, forman un material con las propiedades de la goma. Como puede verse, ésta facultad de ligar a la estructura un número cualquiera de átomos, conduce a una variedad infinita de formas moleculares. La Naturaleza ha aprovechado bien esta posibilidad para construir las gigantescas moléculas con las que se edifican los organismos vivos y que contienen miles de átomos; pero tal complejidad es necesaria para que puedan desempeñar funciones tan enormemente variadas.

Los anteriores pueden llamarse los compuestos químicos *más-menos* y *menos-menos;* pero queda una tercera clase: la de los *más-más*, que se representa en la figura 1 (*c*). Está constituída por átomos,

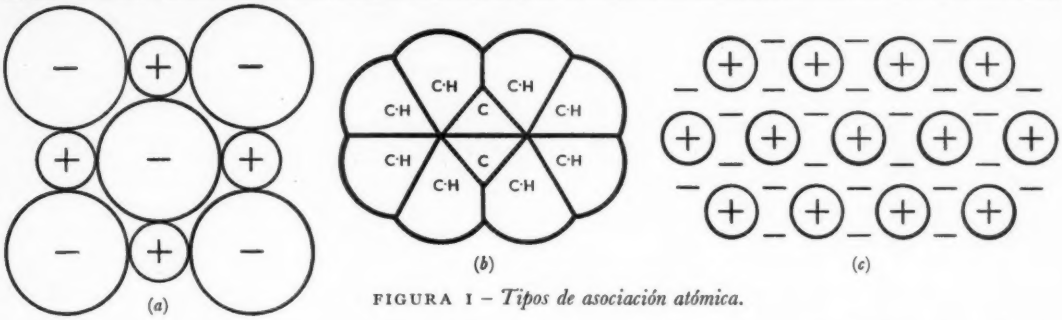


FIGURA 1 – *Tipos de asociación atómica.*

todos los cuales pierden electrones con facilidad. Podemos figurárnoslos como formaciones de iones positivos, con un sistema de electrones compartido entre ellos. Se trata de un tipo de compuestos completamente diferente de los representados en las figuras (*a*) y (*b*). En (*a*) los átomos se fijan por la alternación de *más* y *menos;* y en (*b*) por su asociación en grupos de familia o moléculas bien definidas. En (*c*) se puede reemplazar una clase de átomo electropositivo por otra, con tal de que el recién llegado no sea demasiado incompatible, en tamaño o en otras cualidades, con sus vecinos. Cuando todos los átomos son de la misma clase, al conjunto le denominaremos un metal puro; cuando sean de clase distinta se le llama una aleación; y es natural que encontremos que los átomos electropositivos o metálicos se puedan alear dentro de un amplio margen de proporciones. La nube de electrones puede desplazarse por el interior, dotando al metal con la facultad de conducir la electricidad.

(3) UN EJEMPLO QUE AYUDA A COMPRENDER LA ESTRUCTURA METALICA

Hemos visto que el estado metálico posée ciertas propiedades que le son peculiares. En cierto sentido, los metales no son verdaderos sólidos. No existen lazos entre átomo y átomo que los mantengan unidos. En realidad, los iones positivos se repelen entre sí, y si se mantienen en una masa compacta es gracias sólamente a la atracción del sistema común de electrones cargado negativamente. Esta estructura nos da la explicación del rasgo más característico de un metal: el modo cómo puede ser martillado, o abollado, o laminado, sin perder su continuidad. Por mucho que los átomos se deslicen y desplacen unos respecto a otros, la nube continua de electrones permanece y los mantiene reunidos. Un metal se porta más bien como un líquido cristalizado que como un sólido.

Ante tal manera de representar un metal, la reacción inmediata es preguntar por qué estos cuerpos poséen resistencia alguna, si sus átomos pueden deslizarse y trastrocarse con tanta facilidad. La respuesta es muy interesante. Si un metal puro, en estado de fusión, se deja enfriar en condiciones tales que los átomos vengan a formar un perfecto cristal único, prácticamente carece de resistencia alguna. El Profesor Andrade escribió un artículo en el número de ENDEAVOUR de Abril de 1942, en el que describía algunos experimentos sobre el deslizamiento de monocristales metálicos. Resulta muy curiosa la observación del comportamiento de uno de esos cristales en forma de varilla. Es tan débil como una varilla semejante hecha de plasticina y, al principio, puede estirarse con los dedos sin encontrar resistencia apenas. Mas en cuanto se le deforma por alargamiento, comienza a ser más fuerte y, al final, cuando se ha llegado a maltratarle a fondo, toma la consistencia rígida que solemos asociar con un metal en el estado ordinario. Esto se comprende bien mediante un sencillo experimento con un hilo de cobre. Si sostenemos el hilo horizontal soportándole por un extremo, y se le somete a la llama de un soplete Bunsen en toda su longitud, el alambre se hace muy blando. No llega a ser un monocristal, pero se « recuece » constituyendo una aglomeración de cristales muy perfectos que muestran el efecto deseado. En ese estado, un peso pequeñísimo que cuelgue de su extremo libre, le obliga a doblarse. Si se le desdobla haciéndole recuperar la horizontal, soportará el peso. El « trabajo en frío » le ha hecho fuerte.

Con facilidad se puede hacer un modelo en dos dimensiones de la estructura de un metal, que nos muestre estas propiedades de un modo muy atrayente y expresivo. Nuestro modelo tiene que poseer numerosos « átomos », todos exactamente de igual tamaño. Estos átomos han de ser redondos; deben deslizar y desplazarse sin fricción mutua; y es preciso que haya una fuerza de

atracción general entre ellos que mantenga al conjunto unido. En la figura 2, vemos un grupo de menudas burbujas que flotan en una solución jabonosa, y que nos proporcionan lo que deseamos. Las burbujillas se mantienen agrupadas por las fuerzas capilares, como las que se producen en una taza de té cuando éste se revuelve. Cada burbuja es de 1 mm. de diámetro más o menos.

Si la forma del grupo es aproximadamente rectangular, puede adherirse un soporte a cada lado, y ensayar el experimento de someterlo a un deslizamiento. Unos resortes que alcancen, rasando, la superficie, son unos buenos soportes, ya que ajustando la tensión se puede conseguir que los extremos del paso de hélice del resorte coincidan con sendas filas de burbujas. Si movemos ahora uno de los resortes tangencialmente y poco a poco, el grupo, al principio, resiste elásticamente. Mas, después de sufrir una simple deformación, se observará que unas cuantas burbujas de uno de los lados libres pierden su estabilidad y se deslizan respecto a las adyacentes; entonces, de repente, se produce cierto movimiento a lo largo de una de las filas, de un extremo a otro del grupo, como un punto que se corre en un media. Cada burbuja se mueve al llegar su turno, corriéndose un lugar y, cuando este movimiento ha terminado, la parte alta y el fondo del grupo resultan desplazados en una burbuja el uno respecto al otro. Esto se puede repetir varias veces. En la figura 3 vemos unos de estos grupos: el (*a*) antes y el (*b*) después de algunos movimientos de deslizamiento. Pues bien, cuando un monocristal de un metal se somete a una tracción, como mostró el Profesor Andrade, se estira por resbalamientos sobre planos del cristal, como se vió en las bellas ilustraciones de su artículo de ENDEAVOUR; en nuestro modelo de dos dimensiones tenemos « filas de deslizamiento » que desempeñan un papel análogo.

En el gráfico de la figura 4, podemos ver cómo se puede estudiar ese fenómeno cuantitativamente. Los extremos de uno de los resortes se unen a un par de fibras de vídrio, largas y verticales, sostenidas rígidamente por los extremos. Sobre una de estas fibras se enfoca un telemicroscópio con escala en el ocular, de modo que pueda medirse la fuerza del resorte observando el desplazamiento de la fibra. El otro resorte se desplaza paralelamente a sí mismo por medio de un tornillo micrométrico. De esa manera podemos obtener una curva de esfuerzos-deformaciones, como la de la figura 4, en la que la deformación o movimiento relativo se lleva sobre las abscisas, y el esfuerzo se mide por la curvatura de la fibra de vídrio levándose sobre lás ordenadas. La gráfica superior va de izquierda a derecha. El grupo resiste al principio elásticamente, como lo muestra la forma ascendente de la curva, hasta que se alcanza el punto donde tiene lugar el deslizamiento; entonces el esfuerzo cae a cero o, incluso un poco por debajo de cero. Si continuamos los esfuerzos, la curva vuelve a subir hasta que tenga lugar otro corrimiento. Al final de la curva superior se produjo el esfuerzo en sentido contrario; y la gráfica se repitió en sentido inverso.

Antes de dejar nuestro modelo para indicar la significación de este efecto en relación con la resistencia de un metal, quiero llamar la atención sobre otros aspectos curiosos. En un monocristal perfecto, los átomos están dispuestos en filas y capas de regularidad absoluta. Cuando hay un cierto número de cristales en el metal, que están diversamente orientados entre sí, los átomos que haya en las lindes tienen que arreglarse de modo que se ajusten a ambos mundos. En la figura 5 vemos un grupo compuesto por cuatro de estos « cristales »; y es interesante el observar que las lindes están marcadas por una serie de dislocaciones o desajustes. La estructura de cada cristal se puede ver que es normal hasta antes de alcanzar los límites y que en éstos está ligeramente deformada por la necesidad de ajuste de las posiciones atómicas. Podemos ver que un proceso único de deslizamiento se confina en un sólo cristal; no se continúa o propaga al próximo; para esto hay que comenzar de nuevo. La figura 6 sirve para ilustrar otra peculiaridad importantísima de las estructuras metálicas. Deliberadamente se han introducido en el grupo unas pocas burbujas de diferente tamaño, para representar átomos de impureza en el metal. Estas hacen perder la regularidad de la estructura de un modo notable, trastornando las filas hasta una distancia considerable. Aquí se puede ver

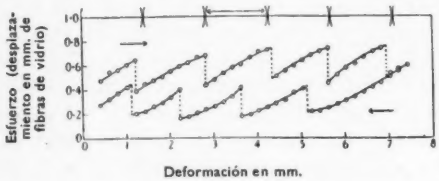
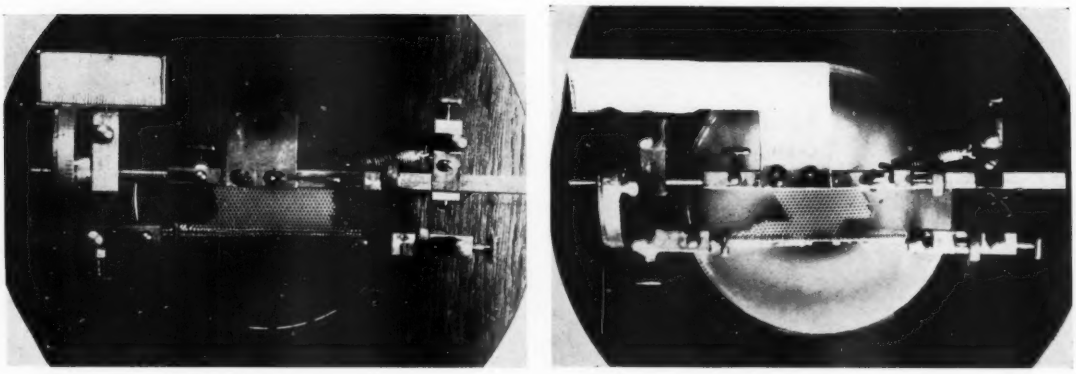


FIGURA 4 – *Curva de esfuerzos-deformaciones para el grupo sometido a esfuerzo de deslizamiento. Cede cada vez que el movimiento, que produce el esfuerzo, llega a ser del tamaño de una burbuja.*

FIGURA 2 – *Grupo de burbujas perfectamente cristalizado.*



(*a*) (*b*)

FIGURA 3 – *Grupos de burbujas antes y después de los movimientos de corrimiento.*

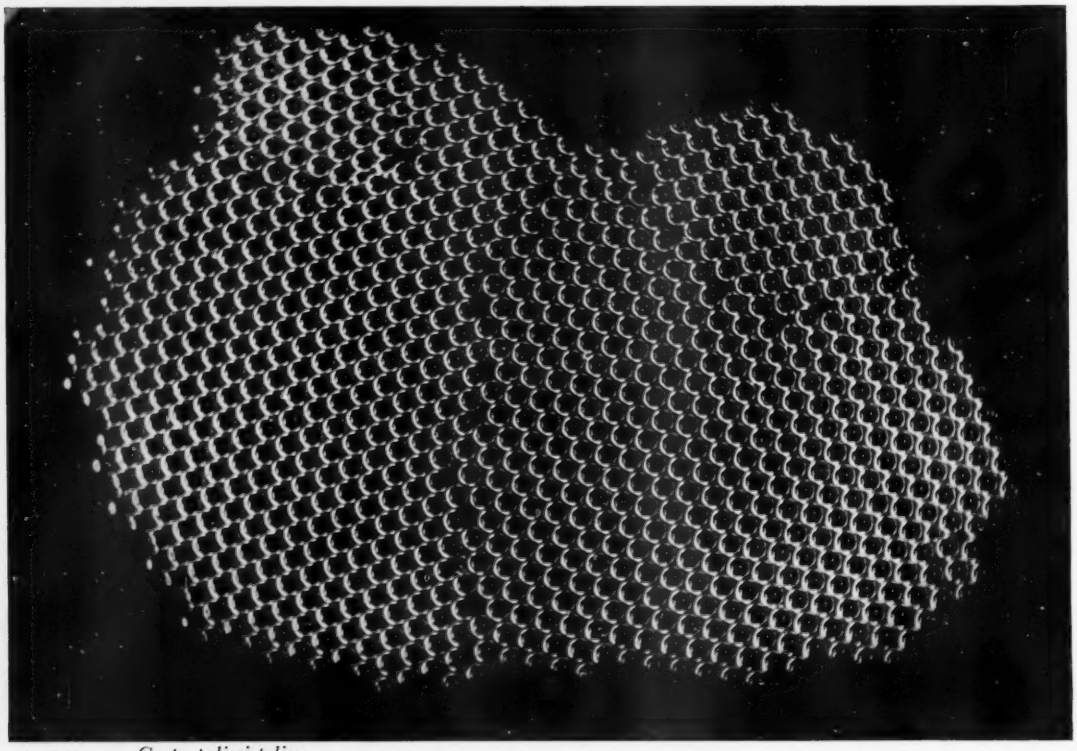


FIGURA 5 – *Grupo policristalino.*

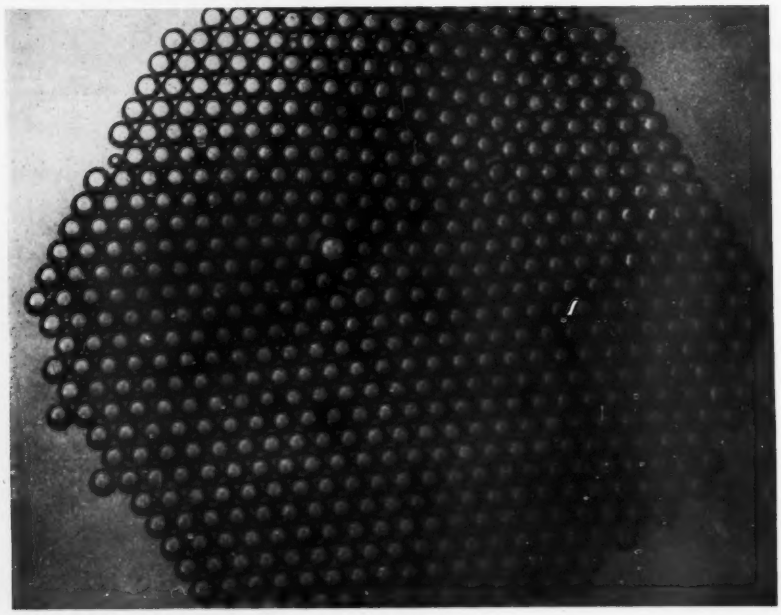


FIGURA 6 – *Efecto producido por un átomo extraño.*

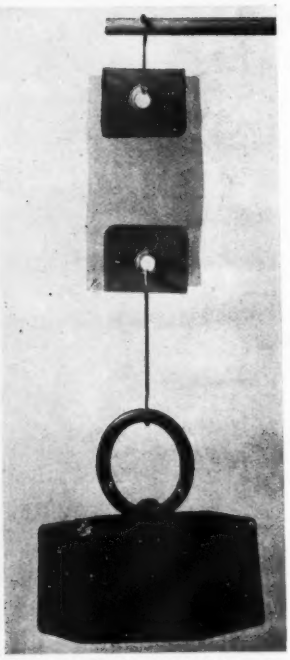


FIGURA 9 – *Tira de « Cellophane » de* 10 × 5 × 0,002 *cm. soportando una pesa de* 2 *kg.; sus bordes están libres de carga. Si lo tocamos con la punta de una aguja, se rompe instantáneamente cuando está seco; pero no es afectado cuando está húmedo.*

una explicación de la gran influencia que ejercen pequeñas impurezas en las propiedades mecánicas y de otras clases de un metal. Cada átomo de impureza afecta a un gran volumen a su alrededor por desplazar las filas regulares fuera de su sitio.

Otro de los razgos que caracterizan la estructura metálica, y que se puede apreciar bien en el modelo, es la capacidad de recuperar la primitiva disposición después de una deformación. Posée un poder de cristalización indestructible: le es imposible conservarse en estado amorfo o irregular. La agrupación de burbujas se puede someter a aplastamiento moviendo uno de los resortes hacia el otro. En las filas se producen corrimientos en direcciones que forman entre sí ángulos de 120°, pero las burbujas siempre se reajustan de modo que el grupo permanece siendo cristalino. Apartando lentamente los resortes podemos « alargar » el grupo; las burbujas vuelven a deslizarse y moverse de modo que aparezcan nuevas filas entre los resortes; y de nuevo hallamos un cristal tan regular como antes.

(4) LA RESISTENCIA DE UN METAL

Un monocristal perfecto de un metal es algo extremadamente débil, resbalando sobre sus planos de deslizamiento casi sin resistencia. No obstante lo cual, si se trabaja en frío, se destruye la perfección de la estructura. Diversas partes se orientan diferentemente, y ocurren muchas dislocaciones como las de la figura 5. Mas como al mismo tiempo se hace más fuerte, resulta que la fortaleza o resistencia debe depender, en cierto modo, de la deformación de la estructura. Podemos utilizar la analogía con el modelo para ver como sucede ello en la realidad, e incluso para calcular, de una manera aproximada, su resistencia, que está, hasta cierto punto, de acuerdo con la medida experimentalmente.

La figura 7 muestra los resultados de unas medidas típicas de esfuerzos y deformaciones, llevadas a cabo con una muestra de hierro puro policristalino, hechas por Smith y Wood. Conforme se aplica la tensión a la muestra de ensayo la deformación comienza siendo elástica, como se puede apreciar por la curva inferior; si cesa la tensión recobra la longitud primitiva. Al sobrepasar un cierto punto, de unas 1.300 kg./cm.^{2} en este caso, la pieza cede. Sigue alargándose bajo la tensión, pero cuando esta cesa, no recobra ya la longitud primitiva. La deformación permanente es muy grande comparada con la extensión elástica, de modo que las deformaciones que ocurren en esta zona (curva superior) hay que representarlas en escala cien veces menor. Mientras cede se deforma y se fortalece, pudiendo resistir los mayores esfuerzos, hasta que sobreviene la rotura al alcanzar unas 2.800 kg./cm.^{2} El límite de elasticidad, como hemos visto, viene muy influenciado por la historia previa del metal. La carga correspondiente a éste es menor si el metal ha sido recocido, y es mayor si ha sido previamente trabajado en frío. El coeficiente de elasticidad, que viene dado por la razón del esfuerzo a la deformación, es, por otra parte, casi independiente del estado del metal y muy ligeramente afectado por las impurezas. En otras palabras: todas las muestras de hierro dan, al principio, la misma curva de la figura 7, dentro de los límites de las deformaciones elásticas; pero el límite de elasticidad aparecerá en puntos diferentes. Esta distinción es importante. Para definir los esfuerzos y las deformaciones, podemos imaginar un cubo cuyas aristas tienen la longitud unidad. El esfuerzo de deslizamiento es la fuerza tangencial que obra sobre caras opuestas tendiendo a hacer que tomen posiciones oblicuas las perpendiculares a estas caras; la deformación será el ángulo de oblicuidad que tomen en consecuencia. El cociente de dividir el esfuerzo por la deformación será el coeficiente de elasticidad.

La figura 4 puede darnos una clave que sirva para determinar el punto en el que el metal cesa de alargarse elásticamente y empieza a deformarse permanentemente. El grupito de burbujas se deforma elásticamente hasta que el borde superior de aquél se ha desplazado aproximadamente en la longitud del diámetro de una burbuja respecto al borde inferior; la resistencia cesa

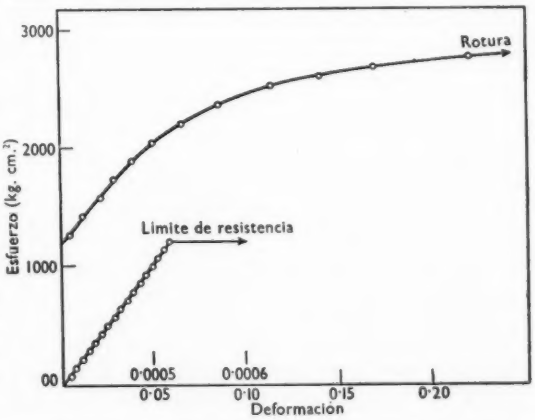


FIGURA 7 – *Curva de esfuerzos-deformaciones para el hierro puro.* (*S. L. Smith y W. A. Wood*, Proc. Roy. Soc., *mayo* 1941.)

entonces por el corrimiento de una fila de burbujas sobre otra. Sea s el ancho de una burbuja y t el del grupo; el esfuerzo de deslizamiento llega a alcanzar el valor de s/t aproximadamente, antes de que tenga lugar el corrimiento.

Figurémonos ahora nuestro metal como si estuviese formado por varias unidades orientadas diferentemente, como ocurre en la figura 8, y de un tamaño medio t. Cada unidad puede deslizarse con independencia de las demás, y el salto menor que puede tener lugar será igual a la distancia s entre los átomos más próximos, equivalente al diámetro de las burbujas de la figura 4. Por consiguiente, podemos esperar que el metal

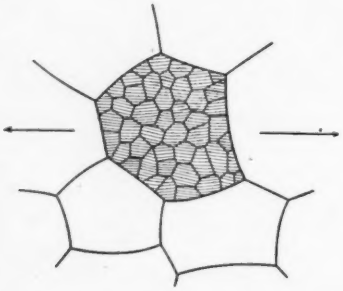


FIGURA 8 – *Representación diagramática de la fragmentación de un cristal metálico por el trabajo en frío.* (Nature, 1942, **149**, 511.)

se comporte elásticamente hasta sufrir un esfuerzo s/t; pero, más allá de ese punto, cederá o será deformado. Correspondiendo con la deformación s/t, habrá un *esfuerzo límite* igual a ns/t, en donde n es el coeficiente de elasticidad correspondiente. La distancia s entre átomos contiguos, se obtiene analizando la estructura del cristal, y el coeficiente de elasticidad para el esfuerzo de deslizamiento es una constante bien conocida para cada metal. Si podemos obtener un valor para t, — que es la dimensión que limita un proceso de deslizamiento individual, — podremos calcular la carga límite, y compararla con las observaciones hechas. Naturalmente, la medición de t habría que hacerla sobre la muestra cuyo límite de elasticidad vamos a medir; pues una vez alcanzada la deformación permanente, t se hace menor y el límite más alto.

Gracias a un principio de óptica muy conocido, podemos hacer una *fotografía* de la evasiva t. Una red óptica muy perfecta, con un gran número de líneas rayadas, produce espectros muy bien definidos cuando por ella se difracta una luz monocromática. Si se reduce el número de líneas de la red de difracción, el espectro se hace ancho y difuso; existe una relación sencilla entre el número de líneas y la anchura del espectro. Con los rayos X se observa un fenómeno parecido. Las líneas de difracción producidas por una muestra bien recocida de metal puro, son nítidas, pero, cuando el mismo metal ha sido trabajado en frío, las líneas obtenidas con los rayos X se hacen anchas y mal definidas, debido al desbaratamiento de los cristales perfectos y a la creación de dislocaciones y deformaciones. Pero hay un límite para el ensanchamiento que se puede dar a las líneas de ese modo. El metal posée un gran poder de recristalización; y si, momentáneamente, ha sido maltratado en exceso, puede cicatrizar sus heridas en un cierto grado. Wood ha calculado el límite inferior de tamaño de un fragmento atribuyendo, en varios metales puros, el total del ensanchamiento de las líneas a efecto del tamaño; habiéndose utilizado estos ensanchamientos para calcular las cargas correspondientes al límite de elasticidad por deslizamiento, como aparece en la tabla siguiente:

	s (cm.)	t (cm.)	ns/t (kg./cm.^{2})
Cobre ..	$2{,}56 \times 10^{-8}$	$0{,}7 \times 10^{-5}$	1.670
Niquel ..	$2{,}59 \times 10^{-8}$	$1{,}2 \times 10^{-5}$	1.620
Plata ..	$2{,}88 \times 10^{-8}$	$0{,}8 \times 10^{-5}$	1.055
Hierro[1] ..	$2{,}42 \times 10^{-8}$	$3{,}2 \times 10^{-5}$	645

Es interesante observar que estos cálculos nos dan cifras que expresan casi la cantidad verdadera. Sin embargo, cuando se observa de más cerca, aparecen muchas complicaciones que demuestran que no hacemos más que tocar los bordes del problema. En una muestra dada, las diferentes líneas de difracción de rayos X no se ensanchan en la misma cantidad, como si la perfección, dicho de una manera imprecisa, alcanzase grado distinto *a lo largo* o *transversalmente* a la textura. La forma de las distorsiones que ocurren dentro del metal son desconocidas, pues como se puede ver por la tabla anterior, las dimensiones son demasiado pequeñas para poder ser apreciadas bajo el microscopio. A los cálculos anteriores se les puede oponer la seria objeción de que la expansión se debe, probablemente, en gran parte, a deformaciones locales causadas en el metal por el trabajo en frío. Tales deformaciones ocasionan variaciones en la escala de la configuración del cristal de un punto a otro, y, de

[1]Esta cifra es para hierro puro, metal muy débil comparado con el que acostumbramos a manejar, el cual contiene carbono.

ese modo, hacen que los haces difractados sean difusos.

Ahora podemos ver, cualitativamente, por qué es fuerte un metal y cómo puede aumentarse su resistencia. Es fuerte si cada pequeño proceso de deslizamiento se limita a un pequeño corrimiento dentro del metal, y no se propaga a grandes porciones de cristales perfectos. Esta restricción se puede conseguir por medio del trabajo en frío y por la introducción de átomos extraños que perturben la perfección de su estructura. La figura 6 permite ver el efecto de átomos extraños de impurezas que desarreglan la regularidad de las filas.

Se puede uno preguntar ahora por qué no perturbar la estructura hasta el punto de impedir en absoluto todo deslizamiento, haciéndola así fortísima. Aquí llegamos a una curiosa paradoja, que es, en realidad, la raíz de las propiedades mecánicas del estado metálico. *Para ser fuerte, un metal debe ser débil.* Un cuerpo que no puede sufrir deslizamiento es quebradizo. Cuando se le somete a tracción, hay, en algún punto, una grieta diminuta, o punto débil, de acuerdo con lo que Griffiths fué el primero en apuntar; y en el extremo de esa grieta se produce un esfuerzo extraordinario, que hace que la grieta se abra más; o, en otras palabras, el material se rasga. Las substancias quebradizas pueden tener una gran resistencia a la compresión porque, en ese caso, las grietas no se extienden; pero no soportan la tracción. Por otra parte, en un metal, precisamente porque cede cuando se le estira demasiado, una grieta no se haría más honda y, al ceder, disminuye la tensión. Todo el mundo puede hacer un experimento que pone de manifiesto este efecto. El papel « Cellophane » que sirve para envolver, es quebradizo cuando está seco y ligeramente plástico cuando húmedo. Pegando unos soportes de cartón arriba y abajo de una tira de « Cellophane », y dejando los otros bordes libres, como se vé en la figura 9, de modo que no sean punto de partida de grieta alguna, se puede colgar un peso muy considerable. Si se pincha con una aguja cuando está seco, se rompe instantáneamente. Pero si antes se echa el aliento sobre el « Cellophane », el pinchazo no hace efecto. El « Cellophane » fluye lo bastante alrededor del orificio para evitar la propagación de una grieta. Esta ilustración debo agradecérsela al Dr Orowan[1].

[1]Nótese que, para que este experimento resulte bien cuando el aire ambiente está húmedo, la hoja de «Cellophane» debe secarse artificialmente.

(5) RESUMEN

Al principio de este artículo definimos el atributo peculiar que hace de los metales una base esencial para útiles, máquinas y armazones, como « una combinación de resistencia y rigidez, con flexibilidad ». Ahora podemos ver cómo se realiza esta combinación de cualidades opuestas.

Las partes metálicas de una máquina pueden ceder elásticamente, pero no en el grado de adquirir una deformación permanente por los esfuerzos que deba soportar en su trabajo normal. Sin embargo, tiene que mantener en la reserva, por así decirlo, la facultad de ceder, si ha de conservar sus otras preciadas cualidades que la hacen digna de confianza. Como ha mostrado Griffiths, fibras delgadas de vídrio o de sílice pueden ser tan fuertes como el acero, si están frescas y no tienen grietas; pero un toque ligero en su superficie las hace quebrarse instantáneamente cuando se las somete a un esfuerzo. Aunque el vídrio es más duro que el acero, no podemos fabricar máquinas con él, porque cualquier sacudida lo haría añicos.

Se puede confiar en un metal porque sabe cuando debe ceder; y, al ceder, se hace incluso más fuerte. El arte de mezclar metales y de tratarlos por el calor de modo que se adapten a las diversas necesidades mecánicas, es una cuestión cuya solución es bien sútil. Los endurecemos por medio de la forja y del martillo, y, también, mezclando un metal con otros, o poniendo carbono dentro del hierro; y llegamos así hasta donde queramos, mientras cuidemos de conservar su poder de ceder ligeramente en el último momento, bajo un esfuerzo excesivo. Lo que hace que los metales sean tan apreciados para la tecnología, es su estructura atómica; el modo que tienen sus átomos de pasar los unos sobre los otros sin romper sus ligaduras, y el de alterar sus posiciones relativas por medio del tratamiento por el calor mientras están en estado sólido. No hemos hecho más que comenzar a explorar las posibilidades que haya de crear aleaciones nuevas que posean propiedades todavía más especiales y ajustadas a nuestros deseos. En el pasado se hicieron grandes progresos en metalurgia ensayando nuevas combinaciones y desechando las que no resultaban adecuadas. Pero cuanto más podamos escudriñar en los factores fundamentales que determinan la resistencia, tanto mayor será la esperanza de llegar a alcanzar la meta más directamente, y de conseguir éxitos aún más espectaculares, en esta nuestra edad de los metales.

La *Royal Society* de Londres

Parte IIª

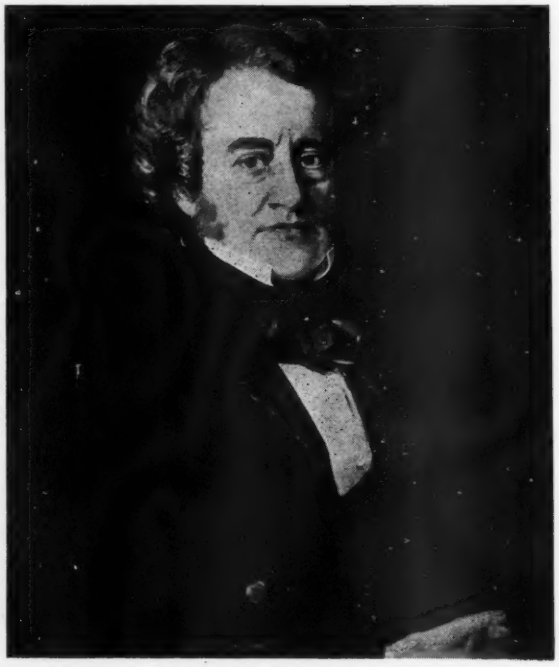
CORONEL SIR HENRY LYONS

En la segunda parte de su relato sobre la historia de la *Royal Society*, Sir Henry Lyons cubre el período desde 1820 hasta nuestros días. Demuestra que desde el momento en que los miembros científicos llegaron a tener mayoría en el Consejo, la influencia de la Sociedad sobre la ciencia aumentó rápidamente, hasta llegar el momento presente en que se encuentra capacitada para prestar buena y poderosa ayuda al progreso del conocimiento científico.

En junio de 1820, poco después de la muerte de Sir Joseph Banks, el Consejo decidió que el eminente químico Dr W. H. Wollaston ocupara la presidencia hasta la próxima reunión anual. Presidió, por consiguiente, las reuniones del Consejo durante el otoño de aquel año y, sin duda, ejerció gran influencia en la elección de los miembros del nuevo Consejo, ya que de los veintiún elegidos doce eran hombres de ciencia; Sir Humphry Davy fué nombrado presidente. Una mayoría de miembros científicos en el Consejo representaba un cambio notable de política que Davy siguió observando, y como resultado del cual el número de consejeros científicos aumentó de doce a diecinueve. Davy presentó su dimisión por motivos de salud en 1827 y fué substituido por Davies Gilbert, quien se opuso enérgicamente a toda reforma. Su sucesor fué Su Alteza Real el duque de Sussex, sexto hijo del rey Jorge III, a cuya elección, en 1830, se opusieron fuertemente muchos de los miembros científicos, que apoyaban la candidatura de J. F. Herschel.

El duque, sin embargo, resultó elegido por una escasa mayoría y pronto rendía a la Sociedad un importante servicio: en la primera reunión del Consejo que presidió, propuso que se imprimiera y entregara a todos los miembros el informe de tesorería correspondiente al año 1829–30. Esto se hizo, y por primera vez tuvieron los miembros información detallada de la posición económica de la Sociedad, de las cantidades ingresadas y del capítulo de gastos. Desde entonces se ha seguido dando anualmente a los miembros dicho informe.

El Consejo así constituido llegó a desplegar mayor actividad que los anteriores y el promedio de asistencia de sus miembros aumentó inmediatamente. Lord Northampton, geólogo de gran actividad, que había sido durante dos años presidente de la Sociedad Geológica, sucedió al duque de Sussex. Bajo su dirección, el Consejo inició la preparación de planes para la reorganización de la Sociedad, y en 1846 nombró un comité encargado de informar sobre las modificaciones de las Cartas que considerara aconsejables, con vistas a solicitar de la Corona una Carta suplementaria.



Sir John Herschel.
(*Por cortesía de la* Royal Society.)

Después de un estudio detenido del asunto, el comité informó que no era necesaria la revisión de las Cartas, ya que lo que se pretendía podía conseguirse con la revisión

de algunos de los estatutos, y esto caía dentro de los poderes del Consejo. El comité, en consecuencia, propuso lo siguiente: 1) la elección de los miembros tendría lugar el tercer jueves de junio; 2) el número de miembros propuestos por el Consejo para elección, cada año, no podría exceder de quince; 3) la lista con los nombres de los candidatos propuestos se imprimiría y entregaría a todos los miembros en la primera semana de mayo.

De esta manera, se preservó el derecho que la Carta concedía a los miembros como organismo de poder elegir a cuantos y quienes quisieran; en las reuniones anuales, sin embargo, se ha observado siempre la práctica de aceptar los nombres propuestos por el Consejo. En épocas anteriores, el número de candidatos elegidos anualmente había sido de veinticinco a treinta, llegando a veces a ser de cuarenta o cincuenta, de forma que esta nueva manera de proceder no tardó en tener como resultado la disminución del número de miembros, lo que durante muchos años se había venido considerando como conveniente. Los quince candidatos eran seleccionados por los miembros del Consejo, que ya eran casi todos hombres de ciencia, con lo que se tenía la seguridad de que los méritos de los elegidos eran los necesarios para elevar el nivel científico de la Sociedad.

El comité, así como la junta económica, informaron sobre la influencia que los nuevos estatutos pudieran tener sobre los ingresos de la Sociedad y ambos coincidieron en declarar que, con el cuidado debido, se podía hacer frente a los gastos normales. Así, pues, el Consejo aprobó los nuevos estatutos el 10 de febrero de 1847, y en el mes de junio de 1848 la reunión general de miembros aprobaba la primera lista de quince candidatos propuestos para elección. Diez años más tarde, un comité nombrado para informar sobre el resultado de los nuevos estatutos recomendó se siguiera la misma línea de conducta, ya que había demostrado ser enteramente satisfactoria.

En 1847 el número de miembros era de 764; a fines de 1860 se redujo a 630, de los cuales 330 eran hombres de ciencia, de suerte que por vez primera éstos tuvieron mayoría en la Sociedad.

Quedaba mucho por hacer para que la administración respondiera adecuadamente a las nuevas necesidades. Muchos de los trámites en uso hasta entonces necesitaban revisión. Especialmente, debido al aumento del número de miembros científicos y al rápido desarrollo de todas las ramas de la ciencia en aquella época, aumentó considerablemente el número de trabajos de carácter científico presentados que había que examinar y que, en el caso de ser aprobados, habría que publicar en las revistas *Philosophical Transactions* o *Proceedings*. Muchas fueron las mejoras logradas hasta 1860, en cuyo año el Consejo, con un promedio de diecinueve hombres de ciencia entre los veintiún consejeros, administraba una Sociedad compuesta principalmente por hombres de ciencia y dedicada por entero al desarrollo de las ciencias naturales. Las aspiraciones de sus fundadores llevaban buen camino de cumplirse.

En 1861, el general Sabine, autoridad sobre el magnetismo, fué elegido para la presidencia y ocupó el cargo durante diez años. Ya, en aquella fecha, habían llegado los Consejos a la conclusión de que las permanencias largas en la presidencia no eran beneficiosas para la Sociedad; era también poco probable que los distintos presidentes, elegidos ahora entre los miembros más caracterizados por sus investigaciones científicas, pudieran encontrar, durante largos períodos, tiempo suficiente que dedicar a las obligaciones inherentes al cargo. Sir Joseph Hooker sucedió a Sabine, pero aceptó con la condición de no ocupar la presidencia durante más de cinco años, por la razón de que sus trabajos en los jardines botánicos de Kew se encontraban en pleno desarrollo. Este período ya había sido propuesto por el Consejo y, desde entonces, ha quedado establecido como límite máximo de duración del cargo de presidente. No se impusieron restricciones especiales a los puestos restantes y, debido a ello, dos de los secretarios y dos tesoreros ocuparon sus puestos durante veinte años. Es posible que en aquella época de transformación esto se considerara conveniente; en los últimos años, sin embargo, se han limitado a diez años los períodos de duración de estos cargos.

En 1857, el capital invertido de la Sociedad ascendía a £30.000, pero la cantidad recaudada con las cuotas anuales de los miembros era cada vez menor a medida que disminuía el número de éstos, al mismo tiempo que ascendían los gastos de impresión y publicación de importantes trabajos científicos, cuyo número era cada vez mayor. La posición económica de la Sociedad hubiera llegado a ser difícil de no haber tenido lugar la extensión de la ciudad de Londres hacia el oeste, lo que elevó considerablemente el valor de la propiedad en la villa de Acton, donde la Sociedad poseía cerca de quince hectáreas. En 1880 el

Consejo recibió una oferta de £32.000 por la venta de dicha propiedad, que aceptó, aliviando de esta manera la posición económica. Hacia finales del siglo, el capital invertido en favor del Fondo General era de £81.000, mientras que el destinado a los fondos de Medallas y Conferencias, producto de un número de legados, ascendía a £46.000. El Dr Wollaston inauguró en 1828 el fondo de donaciones destinado al desarrollo de los trabajos de investigación científica. Desde entonces se han recibido otros legados con el mismo fin, y el capital, hoy día, asciende a £40.000. En 1900, por consiguiente, la Sociedad carecía de preocupaciones económicas y podía poner a disposición de los investigadores de más relieve subvenciones por valor total de £1.100 anuales.

Los trabajos del Consejo, tanto en el terreno científico como en el administrativo, se multiplicaban ya con tal rapidez que el Consejo y las comisiones permanentes de finanzas, bibliotecas y subvenciones llegaron a verse en la imposibilidad de hacer frente a ellos. El número de comisiones permanentes fué aumentando cada vez más, por consiguiente, y hacia finales de siglo había veinte en existencia. En 1896 se creó un grupo de ocho comisiones científicas o de sección, que aliviaron considerablemente los trabajos científicos del Consejo.

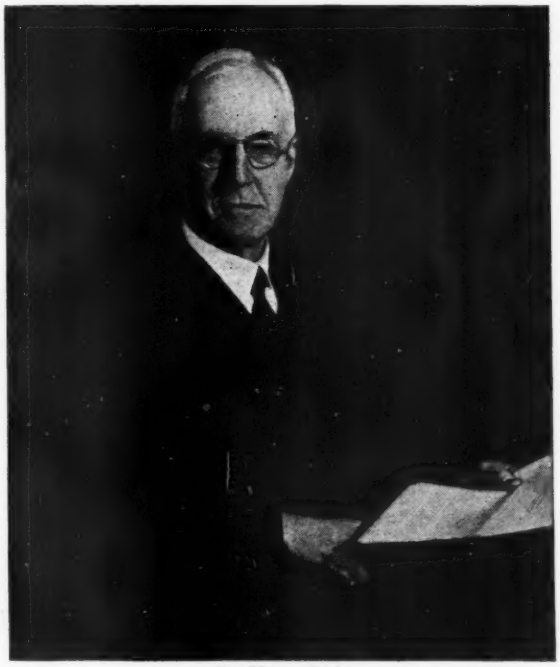
Sir Joseph Hooker.
(*Por cortesía de la* Royal Society.)

La Sociedad ha mantenido siempre estrecho contacto con los hombres de ciencia de otros países. En 1742 dispuso la comparación de la yarda y la libra con las medidas correspondientes de longitud y peso de uso en Francia, obteniendo para la Sociedad y para la *Académie des Sciences* de París ejemplares de ellas. En 1787, y de nuevo en 1821, la Sociedad cooperó con los geodestas franceses en los trabajos encaminados a efectuar, con toda la aproximación entonces alcanzable, la triangulación entre los observatorios de Greenwich y París. En 1836, von Humboldt escribió al duque de Sussex, presidente de la Sociedad, solicitando su ayuda para el establecimiento de estaciones para el estudio del magnetismo terrestre en Inglaterra y sus posesiones de ultramar, lo cual pudo éste disponer. De vez en cuando, representantes de este país, nombrados generalmente por la Sociedad, han formado parte de otras comisiones científicas internacionales.

En 1894, la Real Sociedad de Göttingen invitó a la *Royal Society* a que mandara un representante a la conferencia de Innsbruck, en la que se iban a discutir observaciones relativas a la gravedad. La invitación fué aceptada y trajo como consecuencia otra propuesta, hecha en 1898, para que la Sociedad estuviera representada en una reunión de las academias y sociedades científicas de Göttingen, Leipzig, Viena y Munich. El Consejo aceptó igualmente, y, en lo relativo a la adhesión de la Sociedad a una propuesta Asociación de Academias, instruyó a sus delegados que dejaran sentado con toda claridad que dicha adhesión sería dada con la condición de que la Asociación fuese verdaderamente internacional, incluyéndose en ella otros países, especialmente Francia. Esto fué convenido, encargándose a la *Royal Society* que solicitara la opinión de las Academias de Ciencia de París y San Petersburgo, así como de la *Accademia dei Lincei* de Roma. Todas las referidas instituciones se expresaron en favor de la propuesta, formándose la Asociación Internacional de Academias. Esta trabajó durante catorce años, cesando al comenzar la guerra de 1914.

En 1857 la Sociedad se encargó de la preparación de un catálogo de los trabajos científicos publicados después del año 1800. La Sociedad pagó, de sus propios fondos, los gastos de recopilación, aúnque el Gobierno atendió a los gastos de

impresión y publicación. La experiencia así adquirida demostró que los gastos que acarrearía una publicación análoga para el siglo siguiente estarían fuera de las posibilidades de cualquier institución privada; se propuso, pues, llevar a cabo este trabajo por cooperación internacional. Los delegados de un cierto número de países discutieron el asunto y llegaron al acuerdo de someter el plan propuesto a prueba durante cinco años: la Sociedad se comprometió a organizar los trabajos y adelantó el capital necesario para los gastos de impresión, etc. Tal fué el éxito obtenido que se continuó el plan durante dos períodos más de otros cinco años; por entonces, sin embargo, se declaró la guerra de 1914 y hubo que interrumpir la publicación. En 1919 se reunió el consejo internacional para examinar la situación y decidió no reanudarla: finalmente, en 1922, la comisión ejecutiva solicitó de la Sociedad autorización para que su tesorero actuara en calidad de depositario y cerrara las cuentas. Esta operación resultó muy larga y no se terminó hasta 1935, en cuyo año, por recomendación de los contables acreditados de la Sociedad, el Consejo ordenó la cancelación de cerca de £13.000 que figuraban en su haber.



Sir Henry Dale.
(*Actual presidente de la* Royal Society.)

En los primeros tiempos, la información facilitada a los miembros sobre la administración de la Sociedad era muy escasa, pero en 1896 el Consejo decidió publicar, a principios de cada año, un volumen que informara sobre el personal de la Sociedad y sus distintas actividades. Desde entonces se ha publicado con regularidad este anuario en el mes de enero de cada año. En 1898, algunos de los datos destinados al anuario, que casi invariablemente eran los mismos, como, por ejemplo, el texto de las Cartas, se reunieron en un volumen titulado *Record of the Royal Society*. La cuarta y última edición de éste, que se publica muy de tarde en tarde, apareció en el año 1940. La política del Consejo en estos tiempos era la de informar a los miembros con detalle sobre los cambios que, de vez en cuando, se hacían en la administración y solicitar su consejo siempre que se considerara conveniente, reservándose, sin embargo, el derecho a promulgar leyes y estatutos que la Carta le había conferido. En 1915, el Consejo decidió poner en forma de circular su *Informe a la Sociedad*, que se presenta ante la totalidad de los miembros en la reunión anual, y discutirlo en una reunión general extraordinaria a principios de noviembre; en ella se aclararía su contenido y se examinarían las propuestas. En 1916, el Consejo ordenó que la lista de candidatos para el ingreso fuese presentada ante los comités de sección, que examinarían los méritos de éstos. En 1918 apareció una orden en virtud de la cual no se podría aprobar un nuevo estatuto ni modificar un estatuto existente, sin que fuese objeto de discusión en una reunión extraordinaria de la Sociedad. En 1935 el Consejo decidió agregar a su informe los informes anuales de los profesores, miembros y estudiantes de investigación nombrados por el Consejo y cuyos gastos sufragaba la Sociedad valiéndose de cualquiera de los fondos destinados a la investigación.

Por los procedimientos expuestos y con la publicación, una o dos veces alaño, de *Notes and Records of the Royal Society*, se pone a disposición de los miembros, con regularidad, un gran volumen de información.

En vista de las grandes mejoras introducidas en la administración de la Sociedad, y del notable progreso de la ciencia debido a los esfuerzos de sus miembros, podemos confiar en que sus sucesores lograrán progresos de mayor importancia y envergadura en los años venideros.

Plagas de langosta y su prevención

A. D. IMMS

En muchos lugares del mundo sigue siendo la langosta una amenaza contra las cosechas, lo mismo que ocurría en los tiempos primitivos. Recientemente se han aplicado métodos científicos al estudio de estos voraces insectos y a sus migraciones; y, en la actualidad, hay razones que permiten esperar una contraofensiva efectiva.

La langosta pertenece a la familia de los Acrídios que comprende los saltamontes comunes o de antenas cortas (figura 1). Se conoce varios miles de especies de Acrídios, pero, por fortuna, sólamente un corto número de ellas entra en la categoría de langostas. Esta puede definirse, pues, como una especie de saltamontes de antenas cortas (figura 7) que, a veces, se hace gregaria y emigra a distancias considerables en grandes nubes. Los estragos de estos insectos han amenazado las provisiones alimenticias del hombre desde que éste se dedicó a la agricultura (figura 5). Además de en las historias bíblicas tan conocidas, se alude a la langosta y sus actividades en los escritos de Plinio y en muchos textos chinos, egipcios y griegos. La representación más primitiva que se conoce de estos insectos, se dice que es una figura que aparece en el duro de una tumba egipcia, datada hacia 2.400 A.J.

El ciclo de vida de una langosta es el siguiente: La hembra deposita los huevos bajo tierra en cápsulas o paquetes. En países donde el invierno es frío, los huevos duermen durante esa estación, hasta la primavera, que es cuando salen las larvas o « saltones ». En los trópicos se incuban en pocas semanas, siempre que haya humedad suficiente. La diferencia entre saltamontes y langostas se hace evidente en el estado de saltones: mientras los individuos de los primeros son solitarios, las langostas se congregan en densos enjambres (figura 4). El desarrollo ulterior consiste en un crecimiento rápido y en mudas periódicas de la piel, cosa que ocurre cuatro o seis veces antes de que aparezca el insecto adulto. El ciclo completo de la metamórfosis dura cosa de un año en climas templados; pero en los trópicos puede haber dos o tres generaciones en un año. Los saltones de la langosta pueden aparecer en bandadas que ocupan varios kilómetros cuadrados. Estas hordas avanzan implacablemente, devorando cuanto hallan a su paso y pese a todos los obstáculos. Ese movimiento es impulsado por una fuerza apremiante; pero no es el hambre, puesto que, a menudo, dejan una zona fértil para entrar en otra árida. Las más recientes investigaciones han probado que esos movimientos dependen de la temperatura y ocurren, sólamente, cuando es lo bastante alta; pero tanto un calor excesivo como una temperatura demasiado baja los reprime. Los adultos alados, lo mismo que los saltones de que proceden, emprenden también movimientos en masa, puesto que vuelan en nubes enormes. Pero también en éstos la causa que los incita no es meramente la falta de alimento.

Dos fenómenos principales se han interpuesto en el camino de la solución del problema de la langosta. Primero: la periodicidad, más o menos irregular, de la aparición de la plaga (figura 8). No son acontecimientos anuales sino que se repiten en ciclos de varios años. Entonces, a toda prisa, se toman medidas para combatir la plaga; su aplicación puede aliviar las necesidades más apremiantes; pero, en general, las medidas se toman demasiado tarde y, además, no previenen la amenaza de futuras invasiones. El segundo fenómeno es que los enjambres pueden aparecer en un país y causar estragos en otros muchos que encuentren a su paso. Así que, por muy efectivas que sean las medidas tomadas por uno o varios países individualmente, no influyen en la situación en general; es decir, en el origen de los enjambres. Citemos un ejemplo: durante las lluvias del monzón de verano suelen aparecer en la India bandadas de Langosta del Desierto que emigran a Persia y Arabia, donde su progenie da lugar a nuevos enjambres que pueden pasar a Asia Soviética, Palestina, Iraq, Egipto y Africa Oriental. Vemos, pues, que la falta de conocimientos fundamentales sobre la langosta y la carencia de una política preventiva fundada en dichos conocimientos, han venido frustando, desde tiempo inmemorial, los esfuerzos hechos por los hombres para hacer frente a la amenaza (figura 6).

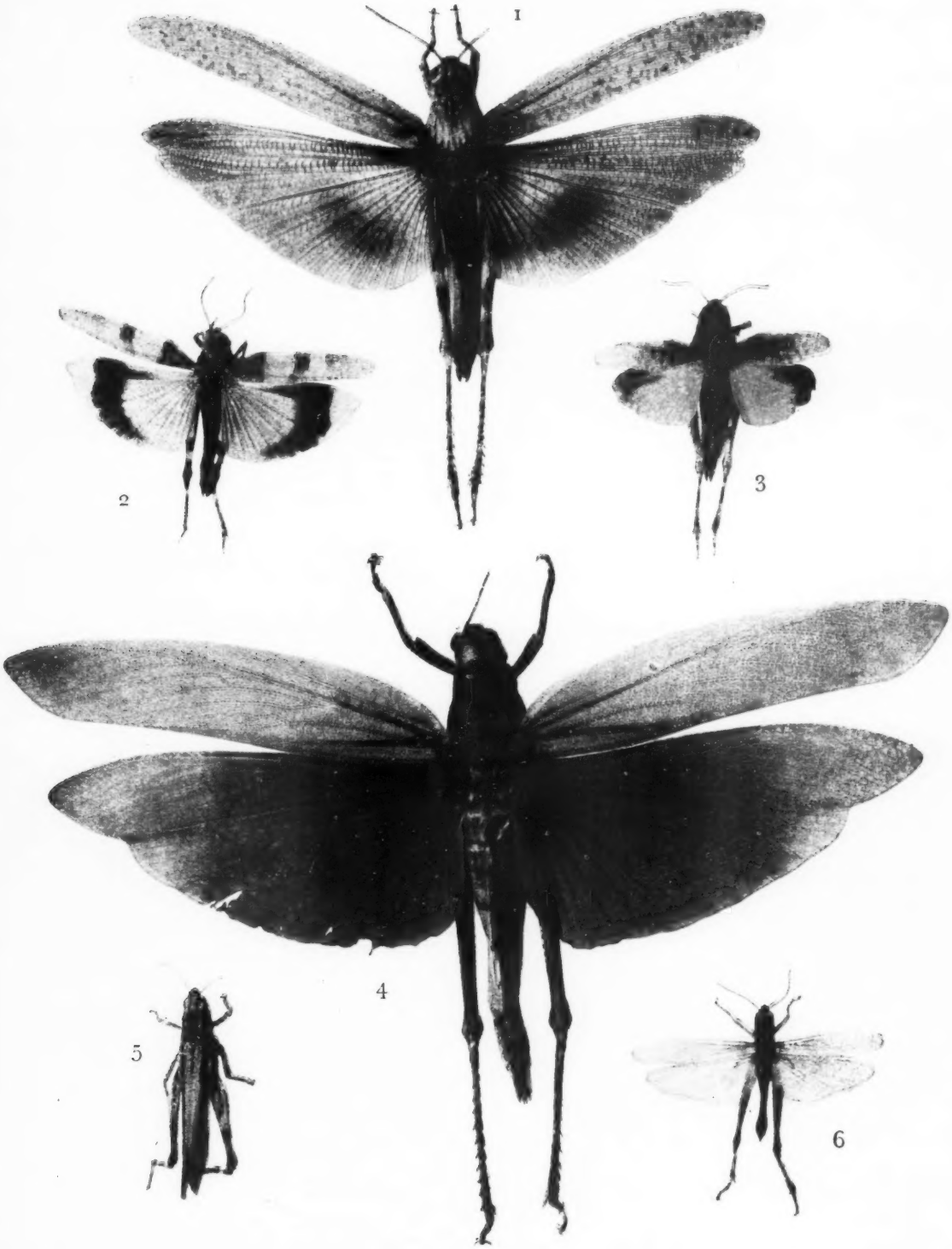


FIGURA 1 – *Acrídios o saltamontes de antenas cortas (tamaño real)*. 1, Anacridium aegyptium, *Francia meridional*- 2, Oedipoda coelurescens, *Saboya*. 3, Psophus stridulus, *Tirol*. 4. Titanacris albipes, *Amazonas*. 5, 6, Mecostethus grossus, *el mayor de los saltamontes ingleses de antenas cortas*.

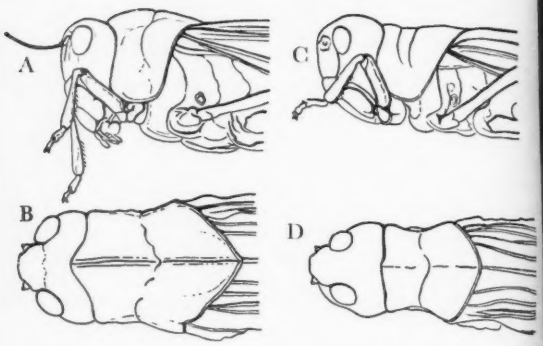


FIGURA 2 (*arriba, izquierda*) – *Terreno típico de un área de aparición de la Langosta del Desierto, en la costa del Mar Rojo del Sudán.*

FIGURA 3 (*arriba*) – *Forma del torax de la Langosta Migratoria africana.* A, B, *in la fase solitaria.* C, D, *en la fase gregaria o migratoria.*

FIGURA 4 (*izquierda*) – *Hojas de cocoteros rompiéndose bajo el peso de las langostas posadas en ellas, cerca de Cebú, Islas Filipinas.*

FIGURA 6 (*abajo*) – *Una nube de langosta, en las fronteras de Kenya y Uganda.*

FIGURA 5 – *Saltones de Langosta marroquí, en trigo, Caucasus.*

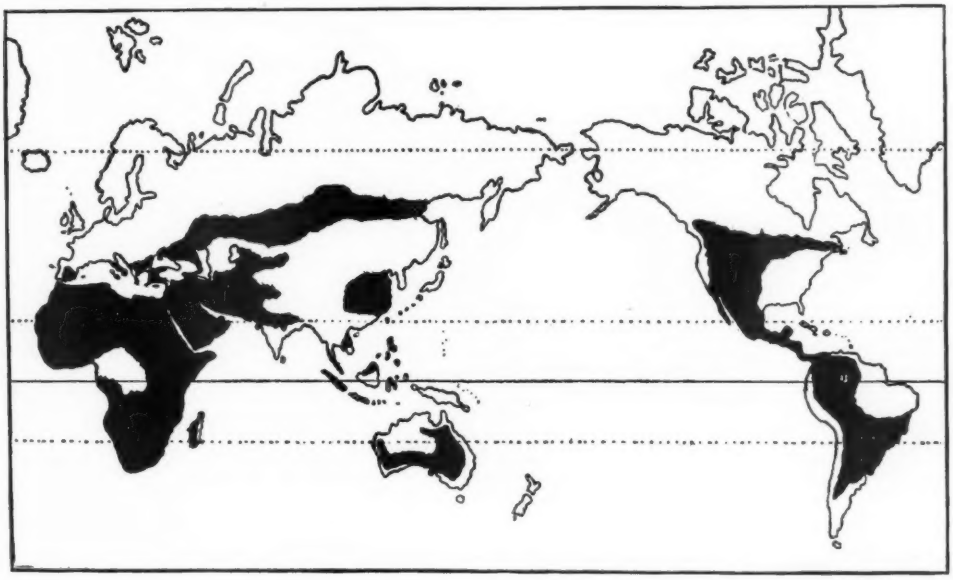
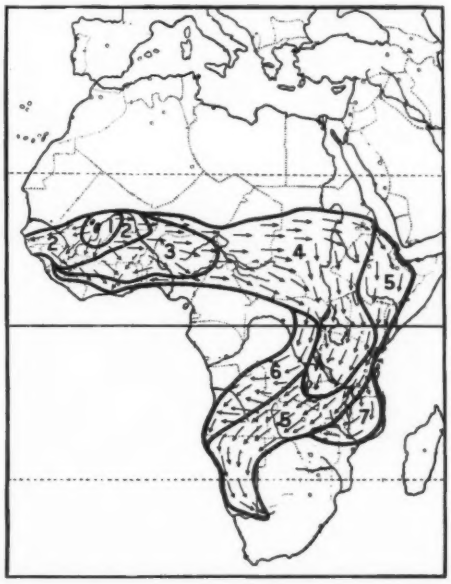


FIGURA 7 (*arriba*) – *Langostas típicas* (*tamaño real*). 1, *Langosta del Desierto* (Schistocerca gregaria), *adulto alado.* 2, *Saltón de la misma con alas incipientes.* 3, *Langosta italiana* (Calliptamus italicus), *Francia meridional.* 4, *Langosta marroquí* (Dociostaurus maroccanus), *Esmirna.*

FIGURA 8 (*centro*) – *Las regiones del mundo sujetas a invasiones de langosta y de saltamontes dañinos, representadas en negro.*

FIGURA 9 (*derecha*) – *Expansión de la Langosta Migratoria africana desde las zonas de aparición de* 1928, *representadas por los dos puntos de la zona* 1, *que fué la invadida el primer año. Las zonas* 2, 3, 4, *etc., representan la extensión de las invasiones sucesivas en los años siguientes, hasta* 1934. *Las flechas indican las principales direcciones de la invasión.*



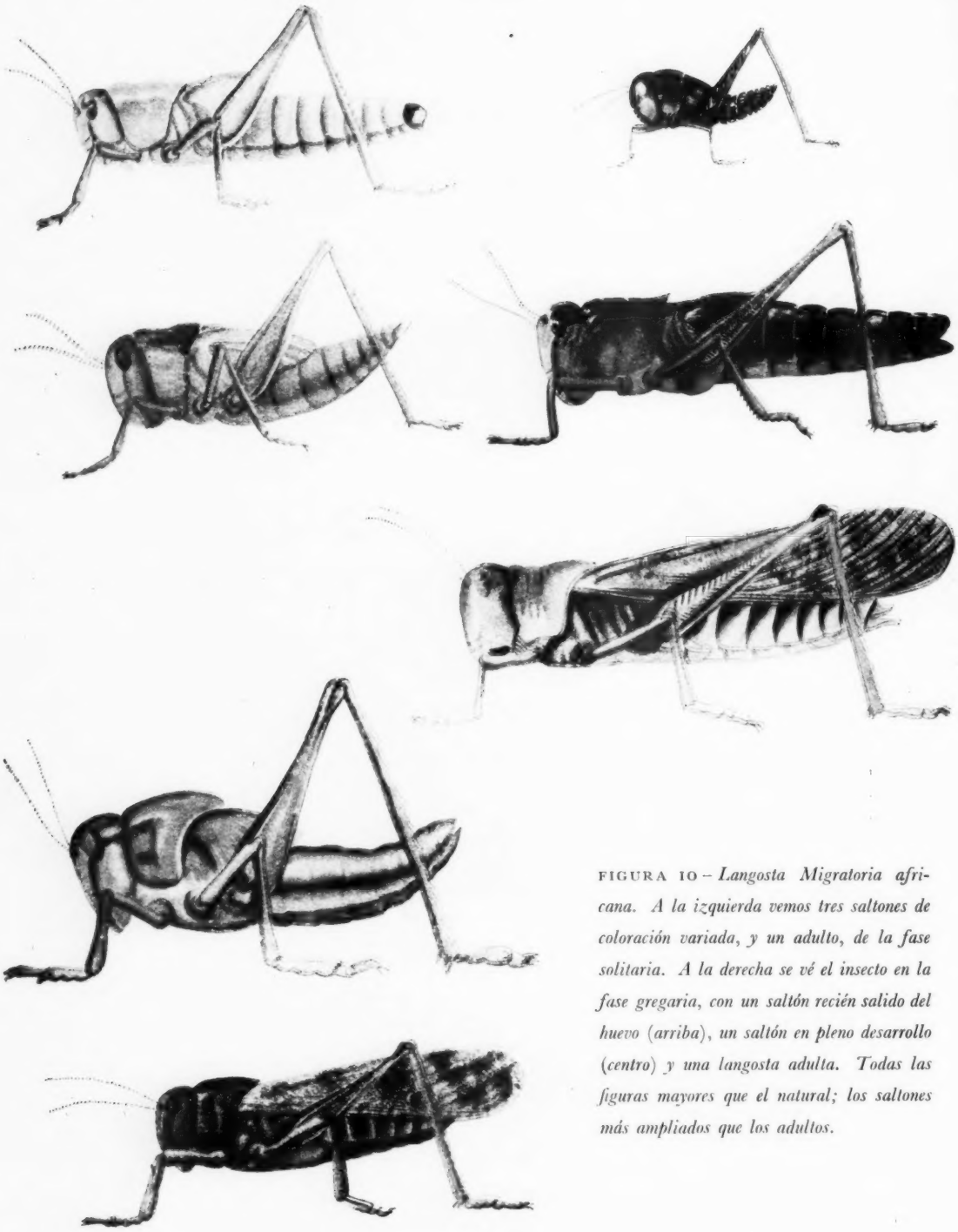


FIGURA 10 – *Langosta Migratoria africana. A la izquierda vemos tres saltones de coloración variada, y un adulto, de la fase solitaria. A la derecha se vé el insecto en la fase gregaria, con un saltón recién salido del huevo (arriba), un saltón en pleno desarrollo (centro) y una langosta adulta. Todas las figuras mayores que el natural; los saltones más ampliados que los adultos.*

En 1921, B. P. Uvarov, de la Oficina Imperial de Entomología de Londres, propuso la que hoy se conoce con el nombre de teoría de las fases de la langosta. Subsiguientes observaciones hechas en 1932 en Africa del Sur, por J. C. Faure, tanto en el campo como en el laboratorio, junto con otras realizadas por otros investigadores en otras partes, han corroborado tan por completo la teoría de las fases, que ésta se considera hoy como un fenómeno biológico bien establecido. El punto de arranque de la teoría es que la existencia de la langosta puede asumir una de tres fases biológicas, a saber: la solitaria (*phasis solitaria*); la gregaria o migratoria (*phasis gregaria*); y la transicional (*phasis transiens*). Si tomamos como ejemplo la Langosta Migratoria Africana (*Locusta migratoria migratorioides*) (figura 10), la *phasis gregaria*, en sus estados de saltón, se caracteriza por la constancia de la coloración negra y amarillo-anaranjada intensa. Los ejemplares adultos poséen un pronoto corto y estrecho (figura 3, C, D), y la relación entre las longitudes del ala delantera y el fémur posterior es igual o mayor que 2. En la *phasis solitaria* varía la coloración de los saltones, tendiendo a imitar el tono del terreno que ocupan. El pronoto de los adultos es más largo y ancho, con quilla dorsal (figura 3, A, B), y la razón ala/fémur es siempre menor que 2. La *phasis transiens* es intermedia entre las otras dos.

Variando las condiciones de vida, se puede conseguir experimentalmente, a partir de los huevos, que las langostas se críen en la fase que se desée. Si se crían agolpadas en gran cantidad en una sóla caja, las larvas se hacen muy activas y se desarrollan aproximándose mucho a la fase gregaria. Si no están tan aglomeradas se obtiene la *phasis transiens*, mientras que los individuos criados en departamentos separados crecen en la fase solitaria. La gran actividad y el consiguiente alto metabolismo de los individuos de la fase gregaria da lugar a las diferencias que los separan de los pertenecientes a la fase solitaria.

Ahora ya se sabe que la periodicidad en la aparición de la langosta está relacionada con la transformación de estos insectos de la inofensiva fase solitaria en la destructora fase migratoria. Esta transformación tiene lugar en ciertas comarcas localizadas, llamadas *áreas de plaga*, las cuales poséen unas condiciones especiales de clima y vegetación para cada especie de langosta. Los enjambres de Langosta Migratoria Africana, que aparecieron hacia 1928 en un área restringida del Niger Medio en el Sudán francés, fueron la causa de una invasión que afectó a una gran parte de Africa (figura 9). Algunas de las áreas de plaga de la Langosta del Desierto (*Schistocerca gregaria*) se han localizado en tierras limítrofes del Mar Rojo (figura 2), mientras que las de la Langosta Marroquí (*Dociostaurus maroccanus*) ocupan unas colinas pedregosas en las que la vegetación es escasa. En 1928 la aparición de una plaga grave de la Langosta del Desierto fué el factor que decidió al Gobierno británico a dar los pasos necesarios para afrontar el problema, mediante la creación de un organismo especial de investigación. Este intento, puramente británico, condujo a la primera Conferencia Internacional de la Langosta, celebrada en Roma en 1930 (la quinta Conferencia tuvo lugar en Bruselas en 1938). El organismo internacional requirió al británico para que actuase como centro donde se recogiesen las informaciones y se formulase el procedimiento de investigación. Hoy existe en Londres un Centro Especial de Investigaciones que opera bajo la inspección de Sir Guy Marshall, con el Dr Uvarov como organizador técnico. Se han realizado estudios concertados, en los que han tomado parte peritos británicos, belgas, franceses, sudafricanos, egipcios e indios, los cuales han recogido un gran número de datos de campo. En medio de grandes dificultades, se van localizando y sometiendo a observación sistemática, los grandes centros de plagas. Por ese medio se puede descubrir cualquier tendencia a la formación de enjambres y, al mismo tiempo, se puede avisar a las regiones amenazadas, con tiempo suficiente para que tomen sus medidas. Por último, en dichos centros se pueden destruir las bandadas incipientes; o se pueden alterar las condiciones ecológicas reinantes, ya por medio de cultivos, ya por otros arbitrios que hagan el terreno inadecuado para el desarrollo de la langosta.

[Debemos agradecer al *Bureau of Agriculture* de las Islas Filipinas el uso de la figura 4. Las 2, 5, 8 y 9 al *Anti-Locust Research Centre*, de Londres; la figura 3 se debe al Sr J. C. Faure, y las 1, 7 y 10 son de ejemplares del Museo de Zoología de la Universidad de Cambridge.]

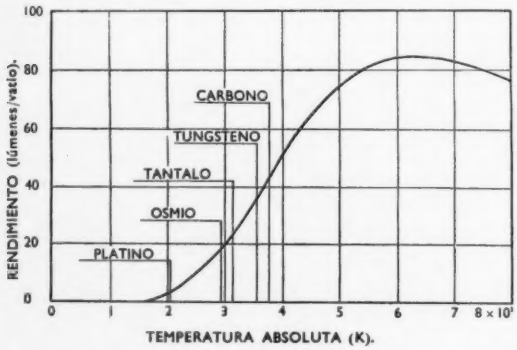
La evolución de la lámpara eléctrica

J. N. ALDINGTON

Muchos han sido los métodos ideados para la conversión de energía eléctrica en luz. Uno de los primitivos artificios, el de arco de carbón de Sir Humphry Davy, no ha perdido todavía su utilidad, pero el ingenio científico moderno ha producido una serie notablemente extensa de lámparas eléctricas de diversas clases, adaptadas a todos los fines imaginables. El Sr Aldington nos describe algo de lo que ya ha sido conseguido y bosqueja los adelantos probables en el futuro.

La energía eléctrica puede ser convertida en luz por una diversidad de medios. Un primer hecho de importancia fué la demostración experimental del poder luminoso del arco de carbón, hecha por Sir Humphry Davy en una conferencia dada en la *Royal Institution* a principios del siglo XIX. Sin embargo, hasta que Faraday no creó su máquina de inducción electromagnética en 1831 no fué posible hacer muchos y verdaderos progresos. El desarrollo de los medios de producir energía eléctrica con facilidad movió a la exploración de las posibilidades de la luz del arco de Davy, siendo interesante observar que el carbón, utilizado en los primeros experimentos, constituye todavía la base de los electrodos de las lámparas de arco.

El descubrimiento de que los hilos metálicos finos podían ser llevados a la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica condujo a la génesis de la primera lámpara eléctrica de pequeñas dimensiones que dió resultado. Ya en 1845, J. W. Starr hizo ver la producción de luz mediante el paso de una corriente eléctrica por un hilo de platino. Los trabajos posteriores fueron encaminados a tratar de reducir las pérdidas de energía por el filamento y a encontrar substancias que pudieran ser llevadas a temperaturas más altas que el platino. Esta fase de la evolución de la lámpara eléctrica aparece representada en la gráfica arriba, la cual muestra el rendimiento luminoso de un cuerpo incandescente, medido en lúmenes por vatio, en función de la temperatura absoluta. Van indicados también los puntos de fusión de varios elementos que han sido propuestos o utilizados para filamentos, aunque debe observarse que el punto de fusión por sí sólo no es criterio suficiente para juzgar de la conveniencia de una substancia a este respecto. Por ejemplo, aunque el carbono es de todos los elementos el que tiene el punto de fusión más alto, su volatibilidad a elevada temperatura excede grandemente a la del tungsteno. No obstante, el buen resultado del carbón como electrodo de la lámpara de arco hacía esperar que fuera apropiado para filamento de una lámpara incandescente. Y así fueron carbonizándose gran número de substancias orgánicas diferentes en intentos repetidos para conseguir un filamento fino y refractario, de resistencia convenientemente alta. Es verdaderamente notable que los trabajos de Swan, en Inglaterra, y de Edison, en América, terminaran por lograr éxito con la carbonización de substancias tan aparentemente inadecuadas como el pergamino, hilo de algodón, briznas de bambú y, mejor que todas, una substancia no muy diferente de la fibra de la moderna seda artificial (*véase* figura 1).



El hecho de que un filamento montado en una ampolla de vídrio, de la que se había extraído el aire, pudiera ser llevado a la incandescencia de una manera más eficiente que un filamento similar funcionando en el aire fué reconocido hacia la mitad del siglo XIX. En el caso de los trabajos de Swan y Edison, la necesidad de un recipiente vacío era todavía mayor a causa de la facilidad con que se oxida el carbón cuando se le lleva a la incandescencia en el aire.

Hacia el principio del siglo actual, Von Bolton y sus colaboradores consiguieron un procedimiento de estirar en hilos el elemento refractario

tantalo. Este adelanto permitió a Siemens y Halske hacer conocer en 1903 la obtención de lámparas de poco consumo de vatios, usando filamentos de tantalo y funcionando con rendimiento superior al de las lámparas con filamento de carbón de tamaño similar. El filamento relativamente largo y fino de tantalo hacía necesario que se le sujetara por diversos puntos, y el procedimiento empleado para ello aparece en la figura 3, la cual permite hacer la comparación de la lámpara de tantalo de 1905 con la de carbón de 1882, debida a Lane Fox.

Durante el período de tiempo que se acaba de considerar, se habían hecho muchos ensayos tratando de obtener filamentos de tungsteno, el más refractario de todos los metales. El éxito fué, por fin, logrado en 1907 haciendo pasar a presión a través de agujeros en cubos de diamante una pasta de polvo de tungsteno finamente dividido con un aditivo volátil. A los filamentos así obtenidos se les dió la forma de horquillas y, después de un proceso de calentamiento para eliminar el aditivo, se les montó en serie sobre soportes en forma de V mediante soldadura al arco. El conjunto resultante, representado en la figura 4, fué entonces encerrado en una ampolla de vídrio, de la cual después se extrajo el aire. A pesar de la fragilidad de un filamento así constituído, esta primera lámpara de tungsteno, de un rendimiento dos veces mayor que el de la lámpara de carbón, gozó de un éxito considerable hasta que fué desplazada por las lámparas de tungsteno estirado.

En 1906, Coolidge empezó sus trabajos con el deseo de conseguir tungsteno dúctil. Se sabía que el tungsteno fundido, a diferencia de otros metales puros como el cobre o el oro, era muy frágil y no podía estirársele en hilos. El proceso finalmente ideado por Coolidge y conocido por metalurgia de polvo, venció esta dificultad y permitió conseguir por primera vez hilos de tungsteno estirado. En este proceso, al polvo de tungsteno con un pequeño porcentaje de un aditivo se le daba la forma de barras rectangulares mediante la acción de la prensa hidráulica. Después, por el paso de una corriente eléctrica estas barras eran sometidas a una concreción (de modo que las partículas discretas se unieran sin llegar a la fusión completa) a una temperatura de alrededor de 3.300° absolutos, en una atmósfera de hidrógeno. Las frágiles barras de polvo comprimido quedaban así convertidas en varillas metálicas de ductilidad suficiente para ser batidas hasta alcanzar la forma cilíndrica; y esto era seguido de procesos de trefilamiento a alta temperatura, con lo que finalmente se obtenía hilo de muy pequeño diámetro. Durante estas operaciones, las deformaciones plásticas de las unidades cristalinas desarrolladas durante el proceso de concreción daban lugar a una estructura fibrosa de gran resistencia mecánica. Las fotomicrografías de la figura 5, hechas con un aumento de 500, permiten comparar la estructura del tungsteno después de la concreción con las de la varilla batida y del hilo trefilado.

Un progreso notable fué realizado cuando Langmuir demostró en 1913 que el ennegrecimiento de las lámparas de vacío era debido a la evaporación normal del filamento de tungsteno. En consecuencia, propuso el uso de una atmósfera de gas inerte en la ampolla, a fin de reducir la velocidad de evaporación e incrementar el rendimiento del filamento. Demostró que mediante el empleo de un filamento en espiral en lugar de un hilo rectilíneo, las pérdidas de energía por convección y conducción podían ser no sólamente reducidas, sino más que compensadas por el efecto beneficioso de llenar la lámpara de gas, lo que permite llevar el filamento a una temperatura más alta. Aunque en los primeros experimentos se utilizó el nitrógeno a la presión de 1 atmósfera aproximadamente, la inferior conductividad térmica del argon hacía incluso más recomendable el empleo de este último elemento. En consecuencia, se emprendió la obtención del argon en escala comercial, y la lámpara llena de este gas fué puesta al mercado en 1915.

En una fecha todavía posterior se obtenía el cripton en cantidad suficiente para hacer que este gas se pudiera usar con ventaja, desde el punto de vista de rendimiento, para llenar ciertos tipos especiales de lámparas pequeñas.

Los primitivos experimentos sobre la descarga luminosa y la descarga en arco en gases y vapores metálicos fueron estimulados por el grandísimo interés despertado por los fenómenos observados; el aspecto utilitario a duras penas se tomó en consideración. Y tan es así, que fué sólamente dentro de los últimos veinte años cuando se lograron resultados de primera importancia comercial. Era característico de los primeros tubos de descarga el bajo valor de su luminosidad, debida por otra parte a la columna positiva, y el ser necesario, en general, un alto voltaje para su funcionamiento. Los tubos de descarga de Geissler, Crookes, Hittorf y otros, aunque poco más que juguetes de laboratorio, fueron los precursores de la lámpara de vapor de mercurio de

Cooper Hewitt (1900), el tubo de anhidrido carbónico de Moore (1916) y el tubo de neon de Claude (1920). Durante largo tiempo pareció que la producción de luz por medio de descarga eléctrica estaba destinada a quedar limitada a lámparas tubulares de tamaño considerable, comparadas con las de filamento de tungsteno de rendimiento equivalente. Sin embargo, el adelanto recibió un nuevo ímpetu al encontrarse que el emisivo cátodo alcalino-térreo podía aplicarse a las diversas disposiciones de descarga en gases, paso que hizo posible la fabricación de lámparas de vapor metálico de tamaño razonable y alto rendimiento luminoso, capaces de encenderse por aplicación directa de los voltajes ordinarios de la red. De estas lámparas, la primera de que se dispuso para fines de iluminación general estaba llena de sodio, y un requisito previo para su construcción satisfactoria era la obtención de un vídrio especial capaz de resistir la acción del vapor de sodio a alta temperatura, sin ennegrecimiento. Los altos rendimientos obtenidos con esta lámpara son debidos a la posición favorable de la radiación de resonancia del sodio en relación con el máximo de la curva de visibilidad del ojo normal. Los tipos comerciales de lámparas de 85 y 140 vatios de potencia de régimen tienen un rendimiento inicial de unos 70 lúmenes por vatio, y el total, prácticamente, de la radiación emitida se halla comprendida entre las longitudes de onda 5.890 y 5.896 A.

Sin embargo, el elemento que ha resultado ser de mayor utilidad para producir el vapor que llena las lámparas modernas de descarga es el mercurio, no sólamente a causa de sus características espectrales, sino debido también a un relativamente bajo punto de ebullición. Los últimos diez años han sido testigos de una variadísima serie de adelantos por haberse utilizado las propiedades del vapor de mercurio excitado eléctricamente bajo una diversidad de condiciones. En la columna siguiente se da un sumario de los más importantes.

En el primer grupo de lámparas, en el que la presión de funcionamiento del vapor de mercurio alcanza alrededor de 0,01 mm., el efecto primario de la descarga es el de producir la radiación de resonancia del mercurio de longitudes de onda 1.850 A y 2.537 A. Esta radiación ultravioleta es absorbida por unos polvos fluorescentes, haciéndoles así luminosos, los cuales se hallan revistiendo la superficie interna del tubo dentro del cual tiene lugar la descarga (*véase* ENDEAVOUR, 1943, II, Nº 5, 25).

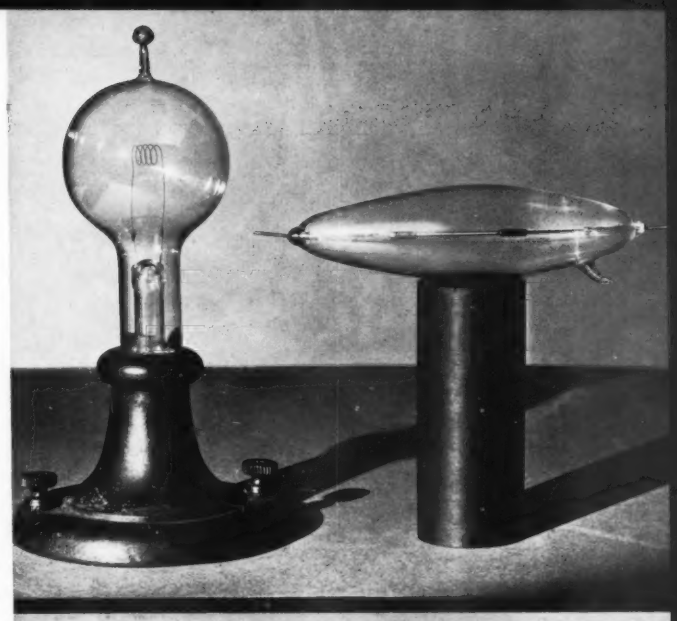
Presión de vapor de mercurio	*Tipo y características de lámpara*	*Uso*
0,01 mm. aproximadamente	Tubos de voltaje ordinario y alto voltaje con la superficie interna revestida de polvo fluorescente. Bajo brillo y alto rendimiento	General y alumbrado decorativo
De 0,5 a 5,0 atm. aproximadamente	Tubo de descarga de vidrio duro o de cuarzo montado en el interior de otro tubo. Voltaje ordinario. Alto rendimiento	General y alumbrado de calle
	Tubo de descarga, de voltaje ordinario, montado en ampolla revestida de polvo fluorescente. Alto rendimiento y perfeccionado en color	Iluminación en general allí donde se da preferencia al color
De 5,0 a 100 atm.	Foco luminoso aproximadamente esférico en ampolla de cuarzo. Voltaje ordinario. Alto rendimiento y brillo muy intenso	Trabajos de proyección y para reemplazar las lámparas de arco
	Foco lineal con refrigeración de agua. Alto voltaje. Rendimiento alto y brillo intenso	Trabajos de proyección o cuando es necesario un foco lineal

La naturaleza y composición de los polvos fluorescentes se puede variar de manera que la luz resultante, producida con el rendimiento de unos 35 lúmenes por vatio, sea de una calidad muy semejante a la de la luz del día. O bien, se pueden obtener tubos dando una extensa gama de colores, de los cuales el modelo de alto voltaje fué fabricado en Gran Bretaña hace siete u ocho años. Sin embargo, la adopción del alumbrado fluorescente no quedó asegurada hasta la aparición de la lámpara de voltaje ordinario, introducida en América en 1938 y en este país en 1940. Por el presente, la fabricación aquí está limitada a una lámpara fluorescente de luz natural de 80 vatios, pero no puede haber duda en anticipar que después de la vuelta a las condiciones normales habrán de conseguirse perfeccionamientos, tanto en color como en tamaño de lámpara. Una modalidad característica e importante de este tipo de foco luminoso es el bajo valor de su brillo intrínseco, que en el caso de la lámpara de 80 vatios es del orden de 0,5 bujías por centímetro cuadrado.

La luz de las lámparas del segundo y tercer grupo es producida directamente por el vapor de mercurio excitado eléctricamente. No se llega al valor justo de la presión de funcionamiento hasta después de transcurrido el tiempo necesario para que el vídrio o el cuarzo del recipiente en el que la descarga tiene lugar alcance una temperatura superior a la del punto de ebullición del mercurio. Está claro, pues, que la ampolla de la lámpara debe ser tal que su superficie sea en buen grado isoterma para evitar el sobrecalentamiento de cualquier parte de ella. Hay que tener también en cuenta la necesidad de que la temperatura permisible de la ampolla durante el

funcionamiento se halle en relación con la naturaleza y propiedades de las substancias de que está compuesta. Para las lámparas de mercurio de 250 y 400 vatios se han obtenido vídrios especiales boro-silícicos, utilizándose el cuarzo para las lámparas de presión más alta, en las que las exigencias de temperatura son más duras de las que incluso estos vídrios pueden tolerar. La figura 8 muestra una lámpara típica de la clase de 400 vatios, destinada principalmente a alumbrado de calle. El coeficiente de dilatación de los vídrios de alto contenido de sílice, y del propio cuarzo, es mucho menor que el de los hilos especiales usados para conseguir el cierre hermético utilizado en la fabricación de las lámparas de incandescencia. Se encontró, sin embargo, que era posible acercar las características de dilatación del vídrio a las del tungsteno o molibdeno de modo que se pudieron conseguir soldaduras directas y satisfactorias, dando buenos resultados a las altas temperaturas de funcionamiento (unos 500° C) que se alcanzan en estas lámparas. El problema de obtener cierres herméticos con el cuarzo era, sin embargo, mucho más complejo y ha llenado varios años. Su solución satisfactoria ha abierto nuevos campos de posibilidades que ya han rendido fruto en la forma de lámparas de vapor metálico de muy alta presión y de brillo sumamente intenso.

Tiene importancia el hecho de que el espectro del arco de mercurio obtenido bajo las condiciones de alta presión de vapor y densidad de corriente que se producen en ciertas lámparas modernas guarda fuerte semejanza con el de un cuerpo incandescente. Este efecto se halla representado en la figura 9, en la que se dan para su comparación los espectros de las lámparas de mercurio pertenecientes a los tres grupos principales. A medida que la presión aumenta, la posición del máximo de energía se desplaza desde la longitud de onda de resonancia, 2.537 A, hacia las líneas de emisión en el espectro visible, dando lugar al aumento del rendimiento luminoso. Las posibilidades de utilizar este fenómeno de una manera más efectiva se hallan muy lejos de estar agotadas, y los trabajos continúan.



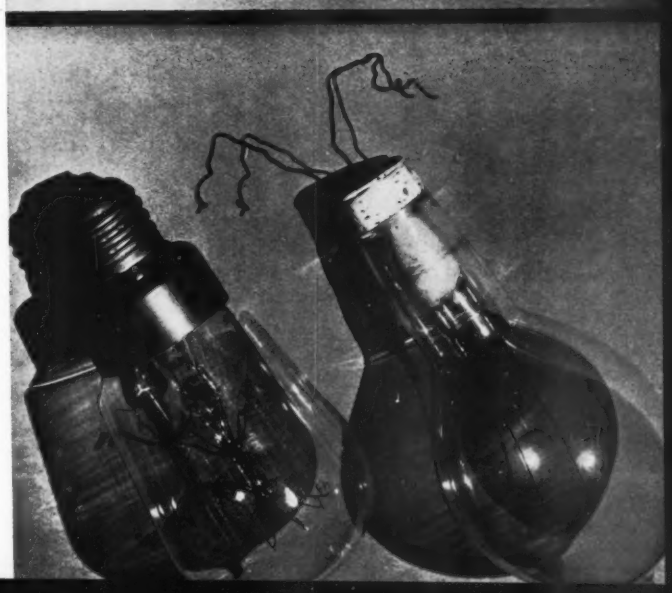


FIGURA 1 – (*arriba*) – *A la izquierda, lámpara de Edison*, 1879; *a la derecha, lámpara de Swan*, 1878.

FIGURA 2 (*centro*) – *Diversas lámparas de carbón*, 1880-90.

FIGURA 3 (*abajo*) – *A la izquierda, tantalo*, 1905; *a la derecha, Lane Fox*, 1882.

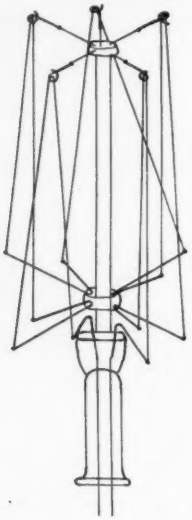
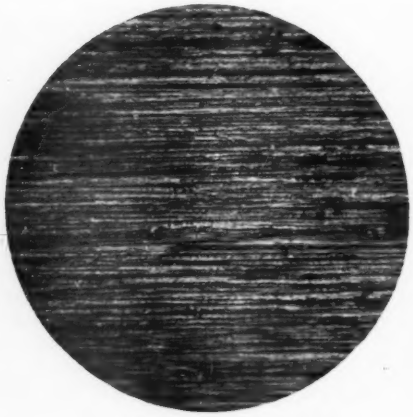


FIGURA 4

Barra después de la concreción; 7 mms. cuadrados.

Varilla, de 4 mms. de diámetro.



Hilo, de 0,4 mm. de diámetro.

FIGURA 5

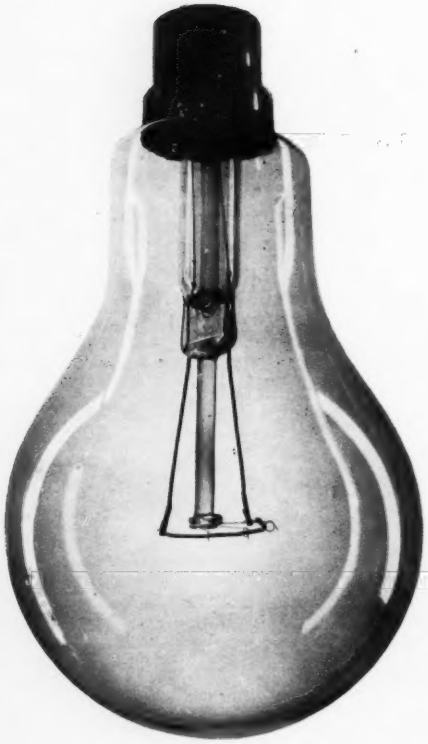
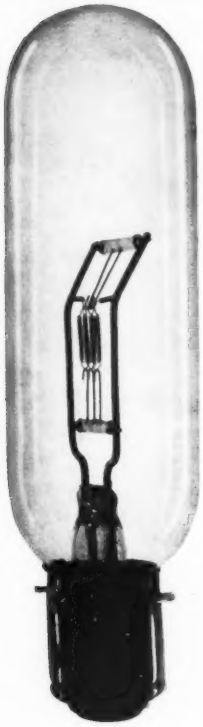


FIGURA 6 – *Lámpara de filamento en espiral doblado.*



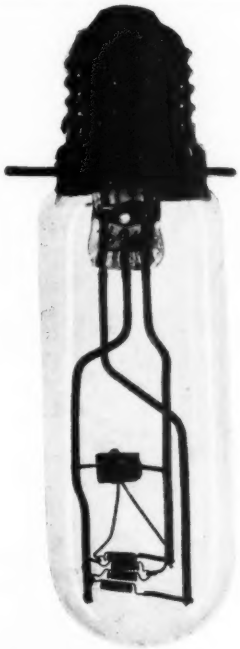


FIGURA 7 – *Lámparas de proyección.*

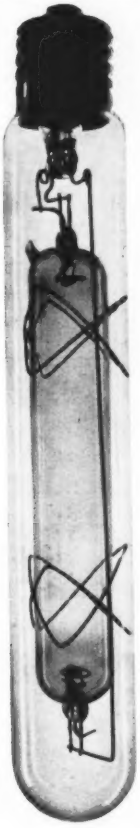


FIGURA 8 (*a la derecha*) – *Lámpara de mercurio de alta presión y* 400 *vatios.*

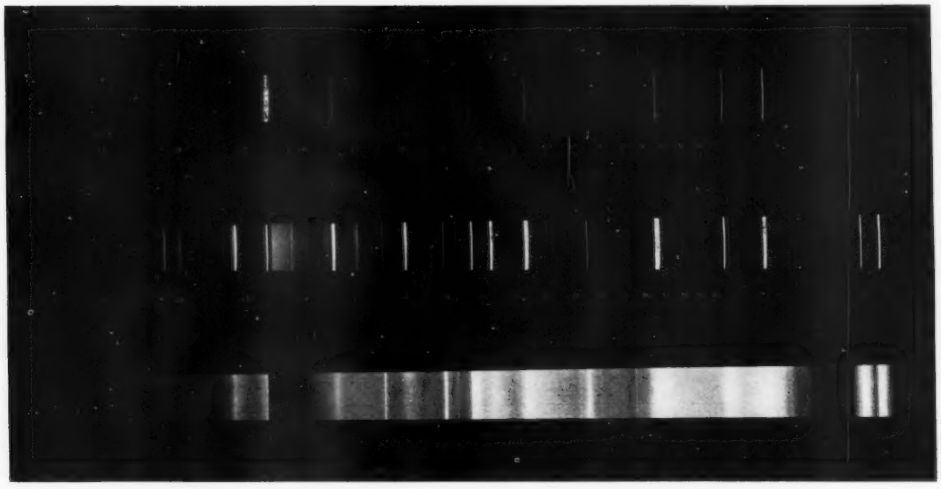


FIGURA 9 – *Espectros de descarga del mercurio a diversas presiones*

FIGURA 2 – *Resina del cáñamo en bruto; muestras del charas indio.*

FIGURA 3 – *(Arriba) haxix moldeado en varillitas finas para su inserción en cigarrillos; (abajo) kif, picadura de las cimas floridas de Africa Septentrional, para usarla en cigarrillos mezclada con tabaco.*

FIGURA 4 – *Cigarrillos de marihuana, como procedimiento empleado de contrabando. Los cigarrillos van colocados en los pliegues de un papel especial empleado en embalajes.*

Las drogas del cáñamo

A. R. TODD

Los asesinos, sarracenos conocidos por dedicarse a matar alevosamente a los cruzados, debían su nombre al hábito de comer haxix como estupefaciente; etimológicamente, pues, un asesino es una persona que come haxix. La naturaleza química del principio estupefaciente del haxix ha resultado ser un problema difícil de resolver. El Profesor Todd nos da cuenta de los progresos recientes en el camino hacia su solución.

El cáñamo (*cannabis sativa*, L.) ha tenido importancia comercial durante miles de años, tanto por la fibra que proporciona como por el aceite que se obtiene de sus semillas. El conocimiento de que produce un principio estupefaciente es casi de la misma antigüedad, habiendo reinado en muchas partes del mundo durante largo tiempo el uso de los preparados de cáñamo como medicamentos y más particularmente como estupefacientes. El cáñamo es una planta anual que puede cultivarse en casi todas partes, desde la zona templada hasta las regiones tropicales. Es dióica, puesto que las flores masculina y femenina se presentan en plantas separadas, y las cimas de las flores de la hembra van cubiertas de pelillos glandulares delicados que segregan una resina verdosa, destinada, según créen algunos, a proteger las semillas en maduración. Esta resina, cuyo componente activo se presenta también en menor proporción en otras partes de la planta, ejerce una poderosa acción fisiológica y constituye la base de las diversas drogas del cáñamo. La cantidad de resina producida y su actividad varía considerablemente según la variedad y la región en la que se cultiva la planta. Cifras precisas son difíciles de obtener, pero se conviene en general que las variedades cultivadas en Asia (probablemente el lugar de origen de la planta) son las mejores productoras de resina activa. Las drogas del cáñamo se conocen por una multitud de nombres, según el lugar y el modo de preparación, es decir, según sean preparadas a partir de la propia resina o de las hojas y cimas, o bien de las decocciones de la planta. Entre los más comunes son los de *charas*, *ganja*, *bhang* (India); *hashish* o *haxix* (Egipto, Asia Menor); *kif* (Africa Septentrional); y *marihuana* (América del Norte, Central y del Sur).

FIGURA 1 – *El cáñamo* (Cannabis sativa). *Cima florida de la planta femenina.*

Históricamente, el uso de las drogas del cáñamo se conoció en India hace dos mil años, estando tan bien establecido que la planta ha adquirido carácter de divinidad en algunas partes de aquél país. Lo curioso es que, si bien el cáñamo fué aplicado medicalmente en China desde tiempos remotos, aparecen pocas señales de su uso como vicio. Las drogas del cáñamo han sido usadas mucho tiempo en el Cercano Oriente, habiendo constituído un problema muy serio en Egipto. Nunca se han visto mucho en Europa Occidental, no registrándose el empleo del haxix aquí antes de mediados del siglo XVIII, época en que se trató de introducirle en medicina. La idea de que el vicio estuvo relativamente ausente en Europa debido a incompatibilidad temperamental es refutada por su extensión en los Estados Unidos, donde, siguiendo a la introducción de la marihuana de Méjico, su uso como vicio se ha propagado rápidamente.

Los preparados de cáñamo ordinariamente se comen o se fuman, y, como sería de esperar, los efectos se desarrollan con mayor lentitud en el primer caso. La representación precisa de los efectos del haxix es extremadamente difícil, debido a que éstos son más subjetivos que objetivos, y debido, también, a que la variación individual en la reacción es probablemente mayor en el caso de esta droga que en el de cualquier otra. Parece claro que el efecto fundamental de la droga tiene

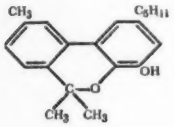
lugar sobre el sistema nervioso central, y que los efectos periféricos son escasos. De los efectos que se conocen, los más comunes son una sensación de bienestar alternando con depresión, distorsión del tiempo y del espacio y desdobliamento de la personalidad. Objetivamente, existe un período de exitación y exaltación, seguido a menudo de sueño o de coma. Se dice que el que toma haxix no sufre de malestar de ninguna clase después que pasan los efectos de la droga y que ésta, aunque conduce a relajamiento moral, no produce síntomas físicos de privación como los que se encuentran en la habituación a la morfina. Los preparados de cáñamo se han aplicado en medicina sin gran discriminación a buen número de males con éxito diferente, pero han caído en descrédito a causa, principalmente, de la grandísima variación en potencialidad de las substancias empleadas, unida a la falta de un procedimiento bueno de valoración y al temor general de habituación.

Hasta recientemente, los conocimientos científicos exactos — tanto químicos como farmacológicos — sobre las drogas de cáñamo eran muy escasos. Esto debe ser atribuído a la naturaleza un poco refractaria de la resina activa, que durante largo tiempo hizo frente a los intentos hechos por los químicos para aislar substancias puras de ella, y a la falta de un método de ensayo con animales que, mereciendo confianza, diera resultados algo comparables con los efectos observados en los seres humanos. Son dos los métodos empleados para la valoración de la actividad del haxix: uno basado sobre la ataxia producida en los perros, y el segundo sobre la producción de anestesia en la córnea de los conejos mediante inyecciones intravenosas (prueba de Gayer). Las potencias relativas de diversos preparados determinados por medio de estos ensayos no siempre se corresponden exactamente, y la relación entre ellas requiere nuevos estudios. Los trabajos recientes indican que la potencia en los perros, determinada por el método de la ataxia, se corresponde estrechamente con la que se observa en los seres humanos.

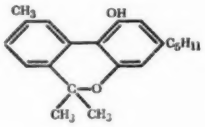
Durante casi un siglo se ha venido haciendo esporádicamente investigación química de las drogas del cáñamo, y en todos los casos la substancia de partida fué la materia resinosa activa extraída de las drogas ya preparadas o de las plantas mismas. Ya en 1857, los hermanos T. y H. Smith encontraron que la actividad del haxix residía en la parte de la resina de alto punto de ebullición e insoluble en los álcalis y que estaba exento de nitrógeno — un descubrimiento sorprendente, puesto que la mayor parte de la gente de aquella época esperaba que el principio activo fuera, como los del opio y el tabaco, un alcaloide. Más tarde, entre 1895 y 1900, Wood, Spivey y Easterfield, y Dunstan y Henry, aislaron de la parte activa de la resina preparada por destilación en el vacío, un aceite viscoso y homogéneo que daba un acetato cristalino. Se le dió el nombre de canabinol y se hicieron de él algunos estudios preliminares; pero pocos progresos fueron realizados durante otros treinta años hasta que Cahn, en una serie de elegantes investigaciones, llegó a poner en claro su estructura, e incidentalmente indicó que, contrariamente a lo que hasta entonces se había supuesto, no era probable que constituyera el principio activo del haxix. La falta de progreso en aquellos treinta años parece haber sido fundamentalmente debida a que los diversos investigadores que se esforzaron en seguir el trabajo primitivo no consiguieron aislar de nuevo el canabinol, o bien se engañaron creyendo homogénea la resina activa en bruto a causa de la relativamente pequeña extensión de la serie de puntos de ebullición. Entre 1932 y 1934, Cahn dejó establicido el esqueleto de carbón y la natura de los substituyentes de la molécula de canabinol, proponiendo para ésta la estructura (I), en la cual únicamente las posiciones del oxhidrilo y de los agrupamientos *n*-amilos quedaban inciertas. Desgraciadamente, las investigaciones de Cahn quedaron interrumpidas en este punto y hubieron de transcurrir varios años antes de que la resina volviera a ser estudiada. Desde 1938, las extensas investigaciones de Todd en la Gran Bretaña y de Adams en América, juntamente con sus colaboradores y farmacólogos asociados, Macdonald y Loewe, han arrojado una gran cantidad de luz sobre la cuestión. Los investigadores británicos han utilizado como fuentes de la substancia, principalmente, la resina del cáñamo indio en la forma de ganja y el haxix egipcio, mientras que los americanos han usado marihuana.

Se encontró rápidamente que el canabinol podía aislarse con facilidad de la resina activa destilada de la ganja india, en forma de ester cristalino con el ácido *p*-nitrobenzóico, y que estaba desprovisto de la actividad del haxix, quedando el principio activo en la parte no cristalina de la resina esterificada. Del hecho que el canabinol daba una reacción positiva con el indofenol, demostrando que la posición *para* del grupo oxhidrilo fenólico estaba sin substituir, y de los resultados de la nitración, se dedujo que

de las doce estructuras que eran posibles para el canabinol de los resultados de Cahn, únicamente la (I) o la (II) podían representar aquella substancia.

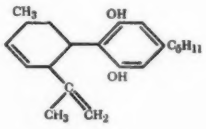


(I)



(II)

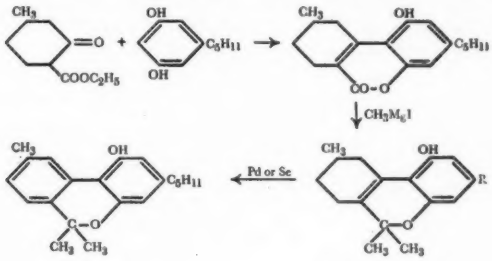
La decisión entre estas dos fórmulas fué posible gracias al aislamiento y estudio de uno de los otros constituyentes de la resina del cáñamo. Trabajando con la resina de la marihuana, Adams aisló un fenol dihídrico, al que dió el nombre de canabidiol. Simultáneamente, Jacob y Todd, en el curso de sus trabajos con el haxix egipcio, observaron que el canabinol en bruto procedente de este manantial estaba impurificado con un segundo fenol que resultó ser idéntico al canabidiol de la marihuana. No deja de tener interés el observar la variación en el contenido de canabinol y canabidiol de las drogas de origen diferente. La droga india parece contener muy poco canabidiol y la americana poco canabinol; el haxix egipcio ocupa una posición intermedia, a este respecto. El canabidiol, a semejanza del canabinol, está desprovisto de la actividad del haxix, y es la substancia principalmente responsable de la reacción *Cannabis*, conocida por el nombre de prueba de Beam (coloración púrpura con los álcalis); las pruebas de carácter degradativo de que hoy disponemos sugieren para su estructura la (III), aunque todavía no ha sido obtenido por



(III)

síntesis en el laboratorio. La posición de los grupos oxhidrilos en el canabidiol, demostrada por el olivetol (*n*-amil-resorcinol-5) que éste produce por medio de pirólisis con clorhidrato de piridina, juntamente con el hecho de la presencia simultánea del canabidiol y canabinol en el cáñamo, condujo a la conclusión de que la estructura molecular del último debe ser representada por la (II). Esta conclusión fué verificada por las dos síntesis del canabinol realizadas de una manera independiente y casi simultáneamente por Adams, Baker y Wearn, y por Ghosh, Todd y Wilkinson.

El método de síntesis de los últimos investigadores, que va indicado esquemáticamente, es de



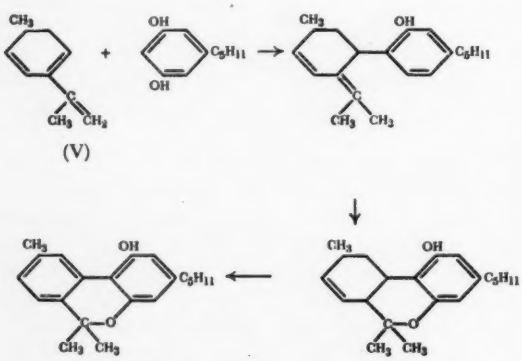
(IV)

particular interés porque ha sido encontrado que el tetrahidrocanabinol intermedio (IV; R = *n*-C_5H_{11}) produce los efectos fisiológicos típicos del haxix en los conejos, en los perros y en el hombre. Con miras a establecer los caracteres estructurales necesarios para la presentación de esta actividad, se han sintetizado por este método, tanto en Gran Bretaña como en América, una cantidad de análogos del tetrahidrocanabinol sintético, en los cuales se modificó la molécula de maneras diferentes. Es interesante observar que en los homólogos de (IV), en los que solamente el grupo R varía de tamaño, la actividad en la serie de *n*-alquilos se eleva desde el metilo hasta un máximo para los *n*-hexilos, y después decrece de nuevo. El tetrahidrocanabinol sintético (IV; R = *n*-C_5H_{11}) obtenido de la manera ordinaria es, desde luego, ópticamente inactivo, mientras que, como se sabe, las resinas naturales fisiológicamente activas son fuertemente levogiras. Partiendo, sin embargo, de materias adecuadas, han podido sintetizarse las dos formas puras dextro- y levogira, habiéndose demostrado que la última es varias veces más activa que la primera, aunque todavía considerablemente menos que la resina natural altamente purificada. La substancia sintética que hemos estado discutiendo no es el único tetrahidrocanabinol que presenta la actividad del haxix. Adams ha demostrado que mediante el calentamiento con catalizadores ácidos, el canabidiol (III) se convierte en una mezcla de tetrahidrocanabinoles fuertemente activos que difieren los unos de los otros, así como del tetrahidrocanabinol sintético, en la posición del enlace etilénico del anillo de la izquierda, o bien difieren estereoquímicamente, o por ambas cosas.

El aislamiento del principio activo de las resinas del cáñamo en forma homogénea, libre

de terpenos, hidrocarburos, canabinol y canabidiol, ha resultado ser una cuestión muy difícil. De las materias india y egipcia se han obtenido productos con potencia fisiológica mayor que la de cualquiera de las substancias sintéticas mencionadas antes. El análisis de estos diversos productos sugiere que son isomeros del tetrahidrocanabinol sintético, y, en conformidad con este nivelo de ver, sus estructuras contienen un enlace etilénico y dan canabinol por deshidrogenación. Como son resinas de las cuales no se han obtenido todavía derivados cristalinos, es difícil conseguir la prueba absoluta de su homogeneidad. Cuanto hoy se sabe, sin embargo, justifica la opinión de que las resinas del cáñamo contienen una mezcla de tetrahidrocanabinoles isoméricos fisiológicamente activos.

La especulación en cuanto a la manera que tienen de originarse las substancias fisiológicamente activas en las plantas es siempre atrayente, habiéndose prestado alguna atención a ello en el caso de los constituyentes típicos del haxix. El examen de la fórmula del canabidiol (III) hace ver que el corte del enlace entre los dos anillos dejaría a la izquierda una substancia del grupo terpénico de los productos naturales que forman los constituyentes fundamentales de los aceites esenciales, y a la derecha el olivetol, un constituyente común de la clase de productos vegetales conocidos por el nombre de depsidos. Esto conduce a pensar que el canabidiol, los tetrahidrocanabinoles y el canabinol puedan resultar en la naturaleza de un derivado terpénico con el olivetol. Un esquema hipotético de biogénesis aparece a continuación.



Se observará que el primer paso es la condensación en un tipo de canabidiol, seguido de ciclización en un tetrahidrocanabinol activo, y finalmente, por pérdida de hidrógeno, en canabinol. En interesante apoyo de esta manera de ver han venido los resultados alcanzados por Simonsen y Todd en el examen de la « fracción terpénica » obtenida en la destilación del haxix egipcio. La parte de más bajo punto de ebullición consistía, principalmente, en *p*-cimeno y metil-4-isopropenilbenceno. Ahora bien, si en la planta existiera un mentatrieno (V) como producto sintético intermedio, éste sería inestable y, probablemente, se convertiría por isomerización o deshidrogenación en aquellos dos compuestos, los cuales en efecto aparecen en gran cantidad en la resina. Merece, también, ser observado que el esquema hipotético dado proporciona una explicación racional de la variación en composición y potencia de la resina del cáñamo procedente de lugares distintos.

Se ha tratado, desde luego, de dar realidad en el laboratorio al esquema anterior de biogénesis, o por lo menos a algunas de sus partes. Ya hemos hablado de la conversión del canabidiol en tetrahidrocanabinoles activos y del tetrahidrocanabinol en canabinol. Por lo que respecta a la etapa inicial, el mentatrieno (V) es un poco difícil de conseguir, pero mediante la condensación con el olivetol del derivado terpénico fácilmente asequible, *d*-pulegono, se ha obtenido un producto fisiológicamente activo, del cual ha podido aislarse la forma dextrogira del tetrahidrocanabinol (IV; $R = n\text{-}C_5H_{11}$). Este compuesto va acompañado en el producto por, al menos, una substancia inerte, que es, probablemente, un derivado del xanteno; no se sabe todavía si en la resina del cáñamo se hallan también presentes substancias semejantes a ésta.

He aquí esbozado de una manera general el estado actual de la investigación científica del haxix. Es indudable que mucho más queda por hacer desde los puntos de vista químico y farmacológico hasta llegar a la comprensión completa, pero puede convenirse en que el terreno ha quedado preparado para ello. En el aspecto práctico, también, el hecho de que se disponga ahora de sintéticos puros presentando la actividad característica del *Cannabis* es de esperar a que conduzca a su estudio clínico.

Finalmente, el autor desea expresar aquí su agradecimiento al Sr F. Thornton, del *Home Office* (*Drugs Branch*), por las facilidades dadas para conseguir las ilustraciones reproducidas y por su cooperación en el curso de muchas de las investigaciones que han sido discutidas.

La vitamina D

LADY MELLANBY

Lady Mellanby se halló presente en el nacimiento de la vitamina D en 1918, y pudiera, en verdad, ser considerada como la partera y niñera de un niño nacido después de una labor difícil y recibido desdeñosamente. Aquí, ella nos describe su desarrollo en un adulto fornido y de importancia enorme para el bienestar del hombre, pero añade que la vitamina D constituye todavía la mayor de las deficiencias de la dieta de la Gran Bretaña.

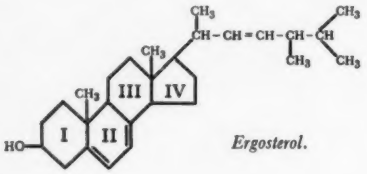
Cuando, por medio de experimentos con perritos, hechos en Inglaterra durante la primera guerra mundial, se descubrió que el raquitismo era una enfermedad debida a insuficiencia en el régimen alimenticio de una vitamina anti-raquítica o calcificante, que era « o idéntica a la vitamina A soluble en las grasas o tiene una distribución en la naturaleza en cierto modo semejante a ella », comenzó un notable capítulo de la investigación científica que continúa hasta hoy. El descubrimiento tuvo una extensa influencia, debido, en parte, a sus grandes consecuencias prácticas. En primer lugar, proporcionaba el procedimiento inmediato de impedir y curar el raquitismo (*véase* la figura 1). En segundo lugar, inauguraba un nuevo capítulo de la ciencia dental al hacer ver que la estructura de los dientes dependía de substancias específicas en los alimentos, y especialmente de la ingestión de una vitamina calcificante. Esto está representado en la figura 2.

El anuncio de la presencia de una vitamina calcificante en ciertas substancias alimenticias, tales como el aceite de hígado de bacalao, yema de huevo, leche y algunas grasas animales, fué recibido al principio con bastante incredulidad. Los médicos no pensaban que existiera tal vitamina, sino que creían que el raquitismo era principalmente debido a falta de higiene, insistiéndose sobre todo en la falta de aire y sol y en la escasez de ejercicio. Aunque ninguno de estos factores *per se* resultó ser de importancia fundamental en el raquitismo, la higiene, en efecto, representaba un papel, como fué demostrado al descubrir Huldschinsky que el raquitismo se curaba por exposición de la piel a las radiaciones ultravioletas de la lámpara de vapor de mercurio. Los años siguientes fueron dedicados a poner en conexión aquellos dos factores aparentemente independientes que gobiernan la calcificación de los huesos y los dientes: una vitamina soluble en las grasas (el factor dietético) y algo que era producido por las radiaciones ultravioletas al actuar sobre la piel (el factor higiénico).

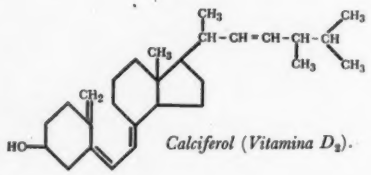
No es necesario repetir la bien conocida historia que condujo al descubrimiento de que los efectos beneficiosos de las radiaciones ultravioletas eran debidos también a una vitamina calcificante, y que, en realidad, estas radiaciones eran de valor simplemente porque producían la transformación de un esterol inactivo — la provitamina de la piel — en una vitamina activa. Este fenómeno constituía en aquella época algo completamente nuevo en la ciencia física y biológica, y sirvió para poner en claro la cuestión, hasta entonces sin resolver, de que el raquitismo y la caries dental no se desarrollaran más que raramente en los niños de las regiones tropicales y que las dos enfermedades fueran tan frecuentes en las zonas templadas. Llegó a ser evidente que, a pesar de que los regímenes alimenticios de los naturales de los trópicos eran con frecuencia deficientes en vitamina calcificante, los habitantes de la zona tropical disponían de buenas provisiones a causa de la acción de la luz del sol sobre la provitamina de sus cuerpos semi-desnudos. Los esquimales, por otra parte, tenían huesos duros y derechos y dientes espléndidos, debido a la vitamina calcificante en la grasa de sus alimentos. Se demostró más tarde que muchas substancias alimenticias, entre las que se hallaban incluídos los cereales, contenían también una provitamina que podía ser activada por las radiaciones ultravioletas.

Gradualmente, fué obteniéndose gran número de datos respecto a la transformación indudable del ergosterol, por medio de las radiaciones ultravioletas, en la vitamina calcificante que ahora se denomina Vitamina D. Se demostró que la transformación suponía la formación de una serie de substancias químicas: ergosterol → lumisterol → protaquisterol → taquisterol → vitamina D. El propio calciferol puede también sufrir nuevas transformaciones para dar lugar a substancias inactivas: toxisterol y supraesteroles I y II. Se

encontró que era un isomero del ergosterol, y que el efecto que producían las radiaciones ultravioletas era el de abrir el núcleo fenantrénico entre los átomos de carbono C_9 y C_{10} en el anillo II, siendo las fórmulas de las dos substancias:



Ergosterol.



Calciferol (Vitamina D_2).

Los químicos procedieron después a demostrar que la activación del ergosterol dando lugar a una vitamina calcificante no era más que una de un conjunto de reacciones similares. Otros nueve esteroles, al menos, se encontró que actuaban como provitaminas D y se transformaban en substancias con fuertes acciones calcificantes por exposición a la misma región del espectro ultravioleta que la que convertía el ergosterol en calciferol, a saber, la región de longitudes de onda 260–300 mμ, y que en cada caso la substancia activa era isomera de la substancia madre.

Afortunadamente, el problema fisiológico se simplificó en algo mediante la admisión de que únicamente dos de las provitaminas eran de importancia desde el punto de vista biológico, a saber, el ergosterol y el deshidro-7-colesterol. Es ahora usual denominar vitamina D_2 a la vitamina obtenida del ergosterol (calciferol) y vitamina D_3 a la procedente del deshidro-7-colesterol. (La vitamina D_1 es el producto de la adición molecular de la D_2 y el lumisterol). La vitamina D_3 guarda con el deshidro-7-colesterol la misma relación química que la vitamina D_2 con el ergosterol. La estructura del anillo de la vitamina D_2 (dada arriba) es idéntica a la de la D_3, pero la cadena lateral de la primera es la del ergosterol y la de la última la del colesterol.

Mientras el ergosterol era la única provitamina D conocida, se tuvo supuesto que la vitamina D de la vida vegetal y animal era ergosterol activado. No hay señal de que la vitamina pueda formarse en los animales superiores por otro procedimiento que el de la acción de las radiaciones ultravioletas sobre la provitamina de su piel. Todo lo que hoy se sabe indica qui si los animales no obtienen vitamina D en ninguna en sus alimentos y no son expuestos a las radiaciones ultravioletas, sufrirán de las enfermedades específicas debidas a la deficiencia de vitamina D. Se supuso que los peces obtenían su vitamina D del plancton y de las algas que, flotando sobre la superficie del mar, habían estado expuestos a la luz del sol; que las vacas recibían su vitamina D, o bien de la hierba expuesta a la luz del sol o bien de los efectos de ésta sobre la provitamina de la piel. Estas hipótesis quedaron debilitadas por el descubrimiento de que la principal vitamina D de los vertebrados no era ergosterol activado (vitamina D_2), sino deshidro-7-colesterol activado (vitamina D_3).

Por lo que hasta ahora se sabe, las vitaminas D_2 y D_3 actúan de manera análoga en el cuerpo humano; sin embargo, la vitamina D_2 interviene poco en la formación de los huesos de las aves, y por esta razón el avicultor da aceite de hígado de bacalao a sus pollitos, en vez de darles ergosterol irradiado. Incidentalmente, podemos observar que el perrero y el avicultor estuvieron relativamente adelantados en el uso de la nueva terapia.

La vitamina D parece tener dos efectos generales en el organismo, aunque es posible que los dos sean debidos a un solo tipo de acción. En primer lugar, facilita la absorción del calcio y del fósforo del tubo digestivo, de manera que se disponga de una mayor provisión de estos elementos en los tejidos. De este modo, si se adopta una dieta exenta de vitamina D, a medida que las reservas de la vitamina en el organismo se reducen gradualmente, van siendo cada vez más pequeñas las cantidades de calcio y fósforo absorbidas y mayores las cantidades excretadas. Al principio, esta falta de vitamina D en los alimentos puede vencerse aumentando la ingestión de calcio y fósforo; pero cuando las reservas de vitamina en el organismo llegan a agotarse, esta compensación tiende a desaparecer y los elementos adicionales son rechazados. La vitamina parece, también, gobernar el paso del calcio y fósforo, transportados por la sangre, a los tejidos de los huesos y dientes en desarrollo. Lo que hoy se sabe indica que en ausencia de la vitamina D poco o nada de estos dos elementos pasaría a los tejidos que los necesitan, aun cuando se inyectaran directamente en la corriente sanguínea. En otras palabras, la

(a)

(b)

FIGURA 1

Raquitismo en un niño y un perrito.

(a) *Un niño con raquitismo, de lo que son pruebas las piernas un poco arqueadas y la hinchazón y deformidad de las muñecas y tobillos. Casos muchísimo peores de la enfermedad pudieron verse en las zonas industriales, antes y durante la primera guerra mundial.*

(b) *Un perrito con raquitismo provocado experimentalmente y correspondiendo, aproximadamente, en grado al del niño de (a). La dieta del perrito era deficiente en la vitamina calcificante D. Una dieta análoga con la adición de la vitamina da lugar a un animal normal, de patas derechas.*

La adición a la dieta, tanto del niño como del perro, de $\frac{1}{20}$ mg. de vitamina D diariamente (es decir, el doble de la dosis preventiva [véase *p.* 78]) *daría lugar, a su tiempo, al enderezamiento de las piernas.*

vitamina D aparece ser indispensable para que los tejidos puedan disponer de calcio y fósforo; cuando esta vitamina abunda en el organismo se pueden conseguir buenos huesos y buenos dientes, aun cuando las provisiones de estos elementos en los alimentos y en el agua sean francamente pequeñas.

Los compuestos de calcio y de fósforo de las substancias alimenticias no son todos igualmente aprovechables por el organismo. Existe un importante constituyente dietético, el ácido fítico (acido inositol hexafosfórico), que dificulta la calcificación, precipitando el calcio en el intestino y haciéndole inaprovechable. Las fotografías de los tres perritos de la figura 4 muestran esto claramente. Bajo las mismas condiciones, y especialmente cuando la cantidad de vitamina D no es suficiente, el ácido fítico de los alimentos puede incluso privar a los huesos adultos del calcio, y dar lugar a osteomalacia, una enfermedad — caracterizada por un ablandamiento gradual de los huesos — que no se ve con frecuencia en Inglaterra, pero que es común en el Oriente. Sin embargo, la vitamina D puede cortar las uñas al ácido fítico de una manera eficaz e incluso hacer que gran parte de su fósforo sea absorbido y que

Molares de cuatro niños. *Molares de cuatro perros.*

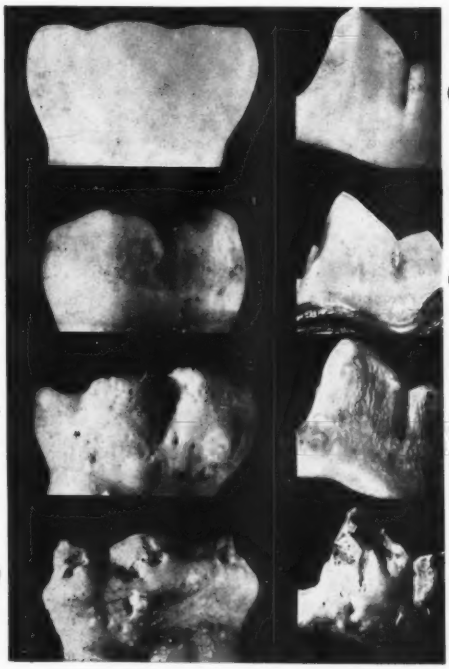


FIGURA 2 (*A la derecha*) — *Fotografías ampliadas del esmalte superficial de los molares del hombre y del perro.*

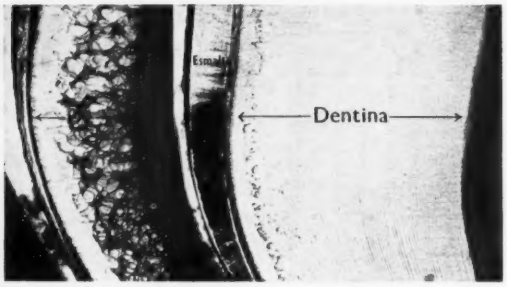
(a) y (e) *Buena estructura; liso y brillante.*

(b) y (f) *Estructura ligeramente defectuosa; alguna aspereza.*

(c) y (g) *Estructura muy defectuosa; áspero.*

(d) y (h) *Estructura groseramente defectuosa; zonas relativamente grandes, deficientes en esmalte.*

A los perros de los que se tomaron los dientes de (e) a (h) se les dieron cantidades diferentes de vitaminas solubles en las grasas, especialmente vitamina D, reduciéndose la dosis en progresión de manera que (a) recibió una buena cantidad y (h) muy poca. Por analogía, y tomando como base los resultados de unos cuantos estudios con niños, cuyas dietas fueron previamente determinadas, parece lógico suponer que los diferentes tipos de esmalte en los dientes humanos, de (a) a (d), son debidos también a variaciones de las vitaminas solubles en las grasas, y especialmente vitamina D, disponibles en la época de su desarrollo.



(a) (b)

FIGURA 3 – *El efecto de la luz ultravioleta sobre la provitamina de los cereales.*

Microfotografías de las secciones de partes comparables de los molares de dos perros de la misma madre. La dieta de ambos era la misma y deficiente en vitamina D, pero el cereal de (a) no fué tratado y, en cambio, el de (b) fué expuesto a la radiación ultravioleta.

Obsérvese en (a) el poco espesor y la pobreza de calcificación del esmalte y la dentina, comparados con los tejidos de (b). Las zonas obscuras e irregulares en la dentina representan tejido pobremente calcificado.

(a) (b) (c)

FIGURA 4 – *El efecto del ácido fítico de la avena, en ausencia de vitamina D.*

Fotografías de tres perritos de la misma madre, criados en las mismas condiciones. Sus dietas fueron similares, con excepción de lo que se dice más abajo, formando parte de todas la vitamina A, pero todas deficientes en vitamina D.

(a) *Se le dió harina blanca, conteniendo muy poco de ácido fítico.*

(b) *Se le dió harina de avena con mucho ácido fítico.*

(c) *Harina blanca, a la que se añadió ácido fítico extraído de la avena, y en cantidad equivalente a la del ácido fítico de la harina de avena que se dió a (b).*

Nota: *(a) está muy poco raquítico, mientras que (b) y (c) lo están mucho y, aproximadamente, en el mismo grado. La adición de vitamina D a cualquiera de estas dietas habría dado lugar a un perro normal, de patas derechas.*

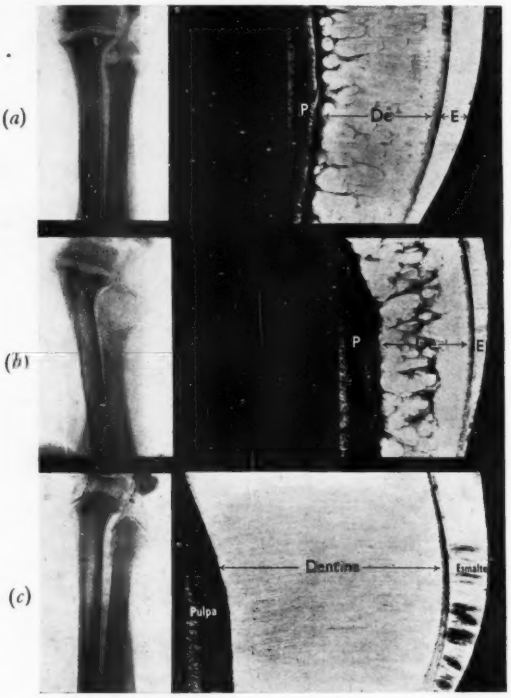


FIGURA 5 – *Acido fítico neutralizado con vitamina D.*

Fotografías con rayos X de las articulaciones de las muñecas, y microfotografías de las secciones de partes comparables de los dientes de tres perros de la misma madre, mantenidos en condiciones idénticas. Todos estuvieron sometidos a una dieta deficiente en vitamina D, pero que contenía vitamina A.

(a) *Sin añadirle nada.*

(b) *Se le añadieron 200 mgs. de ácido fítico diariamente.*

(c) *Se le añadieron 200 mgs. de ácido fítico, juntamente con 2.000 unidades internacionales de vitamina D, diariamente.*

Las fotografías con rayos X demuestran que el raquitismo de (a) era de grado medio, mucho el de (b) y nulo el de (c).

Las microfotografías de los dientes muestran que en el perro (b) la adición de ácido fítico a la dieta tuvo por resultado un esmalte (E) de menor espesor y una dentina (De) de menor espesor y no tan bien calcificada como la que se encuentra en (a). (Esto está indicado por un aumento de las zonas obscuras y pobremente calcificadas.) La adición de vitamina D a la dieta de (c) ha hecho más que compensar el efecto perjudicial del ácido fítico. La dentina del diente es de gran espesor y la estructura es buena, sin ninguna de las zonas obscuras y pobremente calcificadas tan manifiestas en (b) y que, en cierto grado, aparecen también en (a).

(a)

(b)

(c)

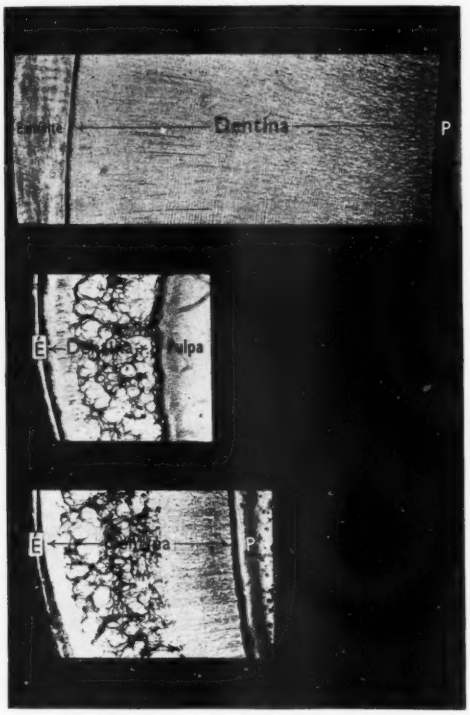
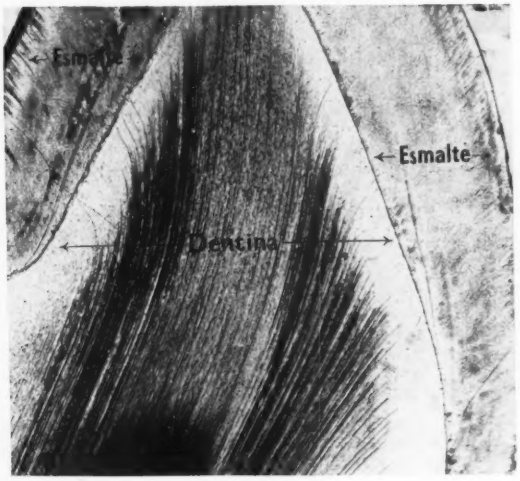


FIGURA 6 – *El efecto de las vitaminas solubles en las grasas, A y D, sobre los dientes. Microfotografías mostrando secciones de partes comparables de los dientes de tres perros de la misma madre, mantenidos en condiciones idénticas. A todos se les dió harina de avena, leche en polvo por separado, carne magra, jugo de naranja, levadura y sal, entre los constituyentes de su dieta.*

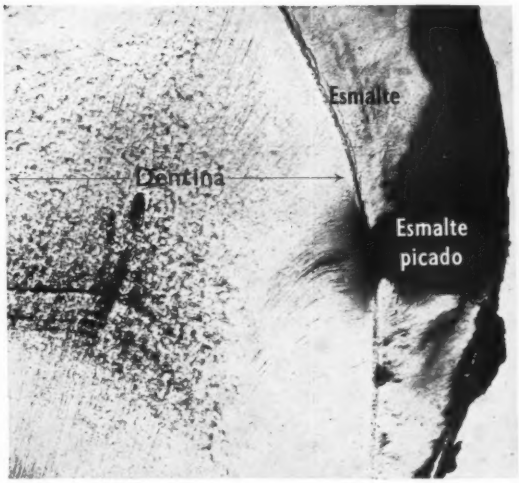
(*a*) *Se le añadieron vitaminas solubles en las grasas en la forma de aceite de hígado de bacalao, durante el período experimental de cinco meses. Tanto el esmalte como la dentina son de gran espesor y están bien formados.*

(*b*) *Se le dió aceite de oliva en vez de aceite de hígado de bacalao, durante el mismo período experimental. Tanto el esmalte como la dentina son de pequeño espesor, y la dentina está mal formada, con muchas zonas pobremente calcificadas (representadas en negro en la ilustración).*

La dieta de (c) estuvo desprovista de vitaminas solubles en las grasas durante cinco meses, y entonces se le dió aceite de hígado de bacalao durante un mes. La dentina depositada en el primer período es muy semejante en cantidad y estructura a la de (b), mientras que la depositada en el último mes tiene casi el mismo espesor que la que se depositó en los primeros cinco meses y está tan bien formada como la de (a).



(*a*)

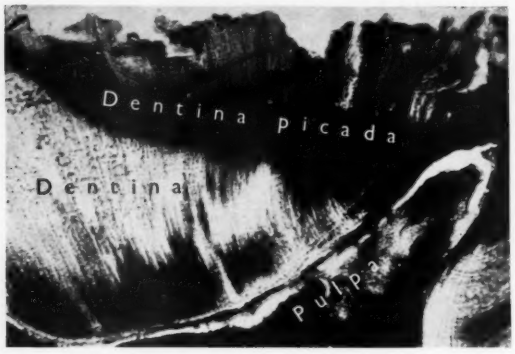


(*b*)

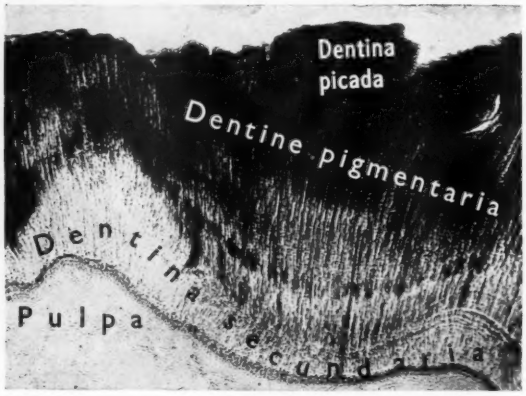
FIGURA 7 – *Microfotografías de secciones de partes comparables de los molares de dos niños, mostrando diferentes tipos de estructura histológica.*

(*a*) *Buena estructura; ninguna zona pobremente calcificada en la dentina.*

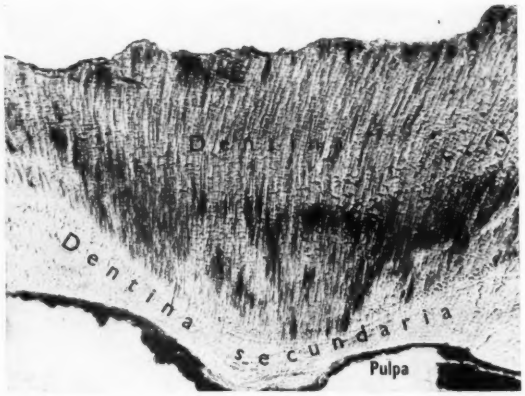
(*b*) *Estructura defectuosa; muchas zonas pobremente calcificadas en la dentina (manchas obscuras en la ilustración).*



(*a*)



(*b*)



(*c*)

FIGURA 8 – *La « cura » de la caries dental.*

(*a*) *y* (*b*) *Microfotografías de secciones de dientes extraídos de un niño:* (*a*) *antes del suplemento diario de vitamina D, y* (*b*) *después de una terapia de vitamina D, durante nueve meses. El niño tenía tres años y medio al empezar el tratamiento.*

(*a*) *La caries era muy activa en la mayor parte de los dientes, y en la sección representada, la ausencia completa de dentina secundaria indica un mecanismo defensivo defectuoso.*

(*b*) *La cura o proceso de detención estuvo en curso, y la sección del diente extraído muestra la barrera asociada de dentina secundaria bien calcificada.*

(*c*) *Sección de un diente extraído de otro niño, después de tres años de terapia de aceite de hígado de bacalao. El tejido cariado previamente blando, se había endurecido, y la sección hace ver el proceso defensivo en la forma de dentina secundaria bien calcificada.*

resulte beneficioso en vez de ser perjudicial. Este hecho está representado en la figura 5. El ácido fítico abunda en los cereales, especialmente en la avena y en el maíz. El hecho de que los cereales entren en tan gran parte en el régimen alimenticio británico, que a menudo es deficiente en vitamina D y en calcio, es una de las principales razones de que nuestros huesos y dientes estén tan mal formados y de que sea necesario incrementar la cantidad ingerida de vitamina D y de calcio, el último preferiblemente en forma de leche; esto es de especial importancia para las mujeres embarazadas, nenes y niños[1].

[1]Es esencial que los preparados de vitamina D, y especialmente el aceite de hígado de bacalao, se guarden cuidadosamente. Estos preparados tienden a perder su potencialidad bajo ciertas condiciones, entre las que se incluyen la exposición a la luz y al aire.

Cuando consideramos la manera que tiene la vitamina D de producir estos efectos nos encontramos en una atmósfera de mera congetura. Las cantidades necesarias son sorprendentemente pequeñas. Por ejemplo, es probable que la administración diaria de 500 a 1.000 unidades internacionales de vitamina D, desde el nacimiento hasta la adolescencia, dé lugar a huesos y dientes perfectamente formados, si la alimentación, por otra parte, es admisiblemente buena. Ahora bien, 1 mg. de calciferol (vitamina D_2) contiene 40.000 unidades internacionales, de suerte que la cantidad diaria necesaria sería de $\frac{1}{80}$ a $\frac{1}{40}$ mg., es decir alrededor de 8 mgs. al año durante los primeros 15 años, y probablemente un total de medio gramo durante el período de vida normal de setenta años. En un experimento con un perro, el efecto producido por 7.000 unidades interna-

cionales de vitamina D_2 ($\frac{1}{6}$ mg.) tomadas durante un período de siete días fué el de convertir el balance diario de calcio de negativo en marcadamente positivo. Nos encontramos, evidentemente, frente a una poderosa acción diastásica. Si, como parece probable, el metabolismo del calcio y del fósforo supone la formación de hexosa-fosfato de calcio, puede suponerse que la vitamina D ejerce alguna influencia reguladora sobre la actividad de la fosfatasa en relación con la calcificación.

Las funciones de la vitamina D en el organismo se comprenden mejor mediante el estudio del estado que resulta de su ausencia o insuficiencia, especialmente durante la niñez. En casos de tal insuficiencia los músculos son flojos, los huesos en desarrollo relativamente blandos y corvos (figura 1) y los dientes que se forman entonces están mal calcificados y expuestos a picarse (figura 2 (*b*), (*c*), y (*d*)). (En el examen de 1.300 niños de seis años de edad, realizado en 1929, no se encontró ninguno que tuviera una dentadura con dientes perfectamente formados, y únicamente el 4,7 por ciento estaban exentos de caries.) Esta insuficiencia en los primeros años de la vida se refleja en las piernas arqueadas y en la falta de desarrollo de muchos adultos, así como en las bocas sin dientes de miles de personas de edad madura. Una consecuencia más seria, aunque menos manifiesta, es la mala formación de los huesos de la pelvis (pelvis contraída), que tan frecuentemente dificulta más tarde el parto normal.

Existe una gran diferencia entre los procesos de calcificación en los huesos y en los dientes sobre lo que es necesario insistir. Durante el período de desarrollo, el tejido óseo está siendo constantemente absorbido y depositado de nuevo, mientras que una vez que el diente se forma, no puede ser radicalmente cambiado. Si en un niño se desarrolla una deformidad ósea debida a insuficiencia de vitamina D, la antigua operación de la osteotomía, que consiste en cortar los huesos y volver a unirlos, ya no es necesaria, siempre que el niño esté creciendo, pues su estado puede remediarse añadiendo la vitamina a una buena dieta general, aunque puede ocurrir que sean necesarios varios años de este tratamiento para enderezar las piernas. Si, en cambio, la estructura dental es mala en cualquier momento del desarrollo, la parte que se forme en aquella época permanecerá siendo mala, aunque se ha demostrado con perros que la adición de vitamina D o aceite de hígado de bacalao a la dieta hará que cualquier tejido formado posteriormente esté bien calcificado. La figura 6 hace ver esto.

El examen realizado entre los años 1921 y 1934 de grandes cantidades de dientes humanos, de leche y permanentes, demostró que no más del 10 por ciento de los dientes de leche y el 7 de los permanentes tenían estructuras realmente buenas, conforme a los tipos de referencia utilizados. Todos los demás mostraban defectos en algún grado, como aparece en las figuras 2 y 7.

Aunque sería equivocado dar la impresión de que si los dientes estuvieran perfectamente constituídos las caries desaparecerían, puede decirse de una manera perfectamente segura que existe una relación efectiva entre la estructura del diente y la predisposición a la caries. Por ejemplo, en las colecciones de dientes de niños a que nos hemos referido antes, se encontró que no había caries alguna en el 78 por ciento de los dientes bien calcificados, mientras que únicamente el 6 por ciento de los de estructura pobre estaban exentos de caries. Inversamente, la caries era extensa sólamente en el 7,5 por ciento de los bien constituídos, contra el 74 por ciento de los dientes muy mal hechos.

Cuando un diente es atacado por la caries, trata de defenderse contra los micro-organismos invasores si las condiciones son favorables, Aquí de nuevo se llama a la vitamina D, y si acude en proporción debida, junto con buenas cantidades de calcio y fósfero en forma de leche, el diente atacado puede construirse una barrera de nueva dentina (dentina secundaria) como defensa; el progreso de la enfermedad puede quedar parado de esta manera y el diente puede llegar a « curarse » (*véase* la figura 8 (*c*)).

Trabajos recientes efectuados con perros han demostrado que la vitamina A, del mismo modo que la vitamina D, representa un papel en la estructura del hueso y del diente, pero su función es completamente diferente de la función de la vitamina D. Por lo que respecta a los huesos, mientras que el efecto de la vitamina D es el de endurecerlos, la vitamina A regula la actividad de las células que forman el hueso; en su ausencia, éstas pueden llegar a ser demasiado activas y producirse en los huesos sobrecrecimientos. En el caso de los dientes, los efectos de una insuficiencia de vitamina A son menos manifiestos, pero debido al sobrecrecimiento del cemento las raíces tienden a quedar faltas de desarrollo. Es indudable que existen otros factores de la nutrición, además de las vitaminas D y A, calcio, fósforo y ácido fítico, que intervienen en la formación de los huesos y dientes y en la protección de éstos contra la caries, pero salvo en lo

que respecta a este último punto, la parte fundamental del problema ha quedado probablemente resuelta.

La guerra ha hecho que aumente grandemente el interés en la nutrición del hombre, por lo que están haciéndose muchos estudios en relación con ella. El resultado general no ha alterado la opinión de que la vitamina D constituye todavía la mayor de las deficiencias de la dieta británica. En el lapso de tiempo transcurrido entre la última guerra y la actual, se produjo una franca mejora de la población en desarrollo, especialmente en las zonas industriales, pero hay razones para creer que durante la guerra presente el ràquitismo aumenta de nuevo. El Gobierno, sin embargo, ha tomado recientemente las medidas para remediar esto, proporcionando leche más barata o gratuita al niño, añadiendo carbonato de calcio a la harina nacional para neutralizar el ácido fítico adicional que ésta contiene, añadiendo vitaminas D y A a todas las margarinas y haciendo más fácilmente asequibles el aceite de hígado de bacalao y otros preparados de vitamina D.

Revista de libros

FILOSOFIA DE UN HOMBRE DE CIENCIA

Physics and Philosophy, *por Sir James Jeans. Pág. viii + 222. Cambridge University Press, Londres.* 1942. 8*s.* 6*d.*

A hombres que iniciaron sus actividades como matemáticos o físico-matemáticos se deben algunas de las aportaciones más originales y valiosas realizadas en favor de la filosofía durante el siglo actual. Entre ellos se encuentran A. N. Whitehead, Bertrand Russell, J. H. Jeans, A. S. Eddington y H. Jeffreys, cuyos nombres figuraron en las listas de honores en matemáticas de la universidad de Cambridge; esto es muy natural, ya que, hoy día, es imposible poder establecer conceptos filosóficos sobre el espacio, el tiempo y la materia sin conocer la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica.

Sir James estudia, basándose en los conceptos modernos de la física, las doctrinas opuestas del materialismo y del idealismo subjetivo, y hace ver cómo el razonamiento de Berkeley, aunque carece de validez para el fin que éste se proponía, puede utilizarse para demostrar que el espíritu y la materia tienen algo en común. A continuación compara el dualismo espíritu y materia con el de ondas y partículas de la mecánica cuántica; como él señala, los componentes del mundo de las partículas son partículas con existencia en el espacio físico, mientras que las ondas de conocimiento que integran el mundo de las ondas son entidades que tienen existencia en un espacio de concepciones mentales: las primeras tienen carácter material, las segundas mental. Puesto que vemos que las ondas de conocimiento constituyen el mejor medio de comprensión del curso de los hechos, se puede suponer que la realidad y el conocimiento son de naturaleza semejante, o, en otras palabras, que la realidad es enteramente mental.

E.T.W.

ESPECTROSCOPIA Y COMBUSTION

Spectroscopy and Combustion Theory, *por A. G. Gaydon. Pág. x + 191. Chapman & Hall Limited, Londres.* 1942. 17*s.* 6*d.*

En el análisis y sistematización de espectros de bandas, tomando como base la teoría de los cuantos, se atribuían muchos de los sistemas de bandas producidos por llamas, a los radicales emisores CH, NH, OH, C_2 y CN, cuya existencia, aunque se había sospechado durante largo tiempo, no había sido establecida satisfactoriamente con anterioridad, determinándose completamente el estado electrónico, vibratorio y rotatorio de estos emisores en la llama. Estudios posteriores han conducido a explicar la presencia y función de estos productos intermedios en los procesos de combustión, y han proporcionado muchos nuevos datos sobre las reacciones de llama.

El libro del Dr Gaydon está dedicado por entero a estas investigaciones espectroscópicas. Comienza con la exposición elemental de la teoría de los espectros moleculares y de las condiciones bajo las cuales se producen los sistemas de bandas en la emisión, pasando, después de describir brevemente varios tipos de espectros de llama, a las aplicaciones de la espectroscopía a las determinaciones de vida media de moléculas activadas, de energías de disociación, de la combustión del óxido de carbono y la cinética del proceso de combustión.

Un apéndice de 20 páginas con datos numéricos e información suplementaria sobre los espectros moleculares y los niveles de energía en las llamas, dos láminas de espectrogramas de llama de excelente reproducción, y un índice adecuado, aumentan considerablemente la utilidad de esta monografía.

W.J.

BREVE MANUAL SOBRE LOS GASES DE GUERRA

War Gases: their Identification and Decontamination, *por Morris B. Jacobs. Pág.* 180. *Interscience Publishers Inc., Nueva York; Imperia Book Company Limited, Londres.* 1942. $3.

Se trata de un excelente compendio para uso de las autoridades encargadas de la identificación de gases, químicos especializados en gases de guerra, servicios de descontaminación, empleados de la sanidad pública y todos los que se interesen por la guerra química. Presenta de una manera sencilla, concisa y sistemática cuanto es esencial en relación con la identificación de los distintos tipos de gases tóxicos y los procedimientos de limpieza de toda clase de materiales contaminados por ellos. Su contenido exacto aparece expuesto en los títulos de los capítulos: Clasificación de los agentes químicos; Características físicas y reacción fisiológica de los gases de

guerra; Efecto de los gases de guerra sobre las ropas, el agua y los alimentos; Ensayo de muestras; Plan de análisis; Determinación cualitativa y cuantitativa del arsénico; Pruebas confirmativas; Descontaminación.

Los datos principales y los procedimientos a seguir han sido extraídos de las publicaciones de la « British Air Raid Precautions » y otras fuentes de carácter oficial. El libro contiene pocas novedades pero tiene precisión y es fácil de leer y comprender.

JAMES KENDALL

SINTESIS DE MORFOLOGIA Y BIOQUIMICA

Biochemistry and Morphogenesis, *por Joseph Needham. Pág. xvi* + 787. *Cambridge University Press, Londres.* 1942. 52*s.* 6*d.*

Pasada la época de la especialización, característica del último período del *laissez faire* en el terreno intelectual, se observan indicios de que estamos volviendo a la sintetización en grado amplio a que ha solido aspirar generalmente el hombre civilizado. Uno de estos indicios es la obra monumental del Dr Needham. Recoge en ella los datos correspondientes a dos doctrinas biológicas, que hasta hace muy poco habían sido desarrolladas con independencia, y consigue, con notabilísimo éxito, sintetizarlas en forma de unidad única que ayuda a la mejor comprensión de las dos. Ambas doctrinas constituyen puntos activos de desarrollo de la biología. La bioquímica va aclarando rápidamente los procesos químicos que son el fundamento de la actividad vital: la embriología experimental establece los principios empíricos del desarrollo animal y vegetal. Las dos se hallan sobre planos distintos de estudio. Needham ha conseguido construir la escala que pone en conexión los dos niveles.

Quizás sea el punto más espectacular el que trata de aclarar el problema del cáncer. En primer lugar, las substancias carcinogénicas principales están estrechamente relacionadas desde un punto de vista químico con la substancia que actúa como evocadora en el organizador vertebrado (así como con las hormonas sexuales). En segundo lugar, la substancia evocadora existe en forma encubierta en todas las partes del embrión, combinada, probablemente, con una proteína específica, y la actividad que presenta en la región del organizador es debida a la desaparición de dicha combinación, motivada por alguna forma especial de metabolismo. La idea de que un carcinógeno encubierto resulta libertado en la forma descrita, debido a ciertas condiciones anormales de metabolismo, constituye una explicación formal del cáncer, que substituye a la idea de los « residuos embrionarios » y proporciona una alternativa más satisfactoria a la teoría del virus.

De igual manera, las verdades de la bioquímica, descubiertas en su mayor parte por la escuela de Needham, relativas a la naturaleza y forma de actuación de la substancia evocadora y su cooperación con la « competencia » química del tejido en reacción, y con el campo de individuación de la totalidad del embrión, aclaran un gran número de problemas sobre el desarrollo normal y la regeneración, así como sobre la manera en que actúan las hormonas y los genes.

La aclaración gradual de la idea del campo de desarrollo, aclara a su vez el estudio químico del crecimiento, mientras que nuestros conocimientos sobre los cristales líquidos, procedentes del campo opuesto, nos ayudan a comprender y a definir las propiedades de los campos de desarrollo.

Podríamos continuar indefinidamente. Pero aquí no podemos hacer otra cosa más que asegurar que en las páginas de la obra de Needham encontrarán ayuda valiosa a sus viejos problemas todos cuantos estudian de una manera seria la biología, ya sean bioquímicos, embriólogos, fisiólogos, genetistas, investigadores del cáncer, especialistas del desarrollo o evolucionistas en general. El libro es muy completo y documentado y contiene varias digresiones interesantes sobre temas colaterales.

Biochemistry and Morphogenesis es una de las contribuciones más importantes del siglo presente a la biología y conseguirá para su autor un puesto permanente en la historia de la ciencia.

JULIAN HUXLEY

LOS ESPECTROS DE ABSORCION EN LA BIOQUIMICA

The Application of Absorption Spectra to the Study of Vitamins, Hormones and Coenzymes, *por R. A. Morton. Pág.* 226. *Adam Hilger Limited, Londres. Segunda edición,* 1942. 28*s.*

En la aplicación de la espectroscopía a los problemas de la bioquímica, el adelanto de más importancia ha sido la producción del espectroscopio y espectrofotómetro ultravioleta. Entre los compuestos de interés biológico hay muchos más incoloros que de color, pero la gran mayoría de los que presentan transparencia completa a la luz visible, presentan espectros de absorción característicos en la región ultravioleta. La medida de la longitud de onda e intensidad de este « color invisible » es, hoy día, operación corriente, aún en muchos laboratorios industriales, constituyendo un método analítico de gran exactitud que ha representado un papel importante en la ayuda al establecimiento de la constitución e investigación de las características de metabolismo de muchas de las substancias estudiadas en la admirable monografía del Dr Morton.

Esta edición tiene casi cuatro veces la extensión de la primera. Da una idea de los muchos adelantos registrados durante los siete años intermedios, el hecho que dos de los capítulos de la nueva edición, que tratan de la « vitamina E y anti-oxidantes » y la « vitamina K », estaban representados en la edición original por poco más de dos páginas sobre la vitamina E. Figuran entre los restantes adelantos citados por el Dr Morton los conocimientos adquiridos sobre la relación existente entre ciertas vitaminas solubles en agua y los sistemas de enzimas, y el establecimiento definitivo de una conexión estructural entre las hormonas esteroides, las vitaminas contra el raquitismo y las substancias activas de la corteza suprarrenal.

Con objeto de aclarar el papel representado por la técnica de la espectroscopía en ayudar a establecer los progresos registrados por el Dr Morton, se ha visto éste obligado a analizar con gran detalle la química de todas las vitaminas solubles en las grasas, de muchas vitaminas solubles en el agua, así como también la de muchos de los casos limítrofes, como las vitaminas P y H, y ha dedicado también un capítulo a los derivados de la purina y piramidina y varias páginas a la espectroscopía de algunos aminoácidos. El décimo y último capítulo sobre « enzimas y coenzimas » constituye un breve pero utilísimo resumen de nuestros conocimientos sobre los sistemas enzímicos celulares más importantes.

A. L. BACHARACH

ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA REPRODUCCION EN LAS PLANTAS

The Reproductive Capacity of Plants, *por E. J. Salisbury. Pág. xi* + 244, *con* 7 *láminas y* 35 *ilustraciones. G. Bell & Sons Limited, Londres.* 1942. 30*s.*

Esta obra notable constituye la primera relación cuantitativa de alguna extensión sobre la capacidad de reproducción de las plantas fanerógamas. La capacidad de reproducción depende de la viabilidad y de la cantidad de semilla producida, y, como ambas características varían en extremo, es necesario realizar una estadística penosa. El objeto principal del libro es el de proporcionar una base sobre la cual se puedan establecer conclusiones relativas a la influencia que la capacidad de reproducción tiene sobre la sobrevivencia y dispersión, tema que la obra trata desde varios puntos de vista. Se da información acerca de grupos especiales que forman sistema y grupos ecológicos especiales. Se analiza la relación entre el tamaño de la semilla y el tipo de comunidad, abierto o cerrado. El autor arguye en favor de la opinión que achaca una menor capacidad de reproducción a las plantas de mayor rareza, dentro del mismo género. El capítulo final sobre propagación vegetativa es de interés especial y en él se incluyen algunos datos numéricos valiosos. En esta parte se evidencia la habilidad característica del Profesor Salisbury en la selección de los datos más sorprendentes y significativos entre los recogidos en sus numerosas observaciones en los campos y jardines.

M. SKENE

ESTUDIO DE LA SOCIEDAD

Social Structure, *por H. A. Mess. Pág.* 130. *George Allen & Unwin Limited, Londres.* 1941. 6*s.*

En la actualidad se agradecen todos los libros que popularizan el estudio de la sociología, pues es evidente que en estos momentos es necesaria una mayor comprensión de las condiciones que han causado una desorganización tan violenta en nuestra civilización. Se han escrito muchos libros sobre ciencias sociales, sin que (hasta ahora) en ninguno se haga el análisis verdaderamente completo y coherente de los conocimientos más recientes, o de los mejores procedimientos a nuestro alcance para emprender su estudio científico.

Social Structure está bien escrita, y es interesante en su forma y atractiva. Su defecto principal es común a la mayoría de los principiantes en sociología: la falta de ejemplos reales basados en un estudio objetivo. El Dr Mess se sirve de generalizaciones que son frecuentemente subjetivas, sin pruebas suficientes en su apoyo. Se encuentra francamente acosado por dificultades de definición literal; hasta que no dispongamos de un análisis más minucioso de lo que realmente acontece en los asuntos humanos no podremos evitar el uso de categorías y clasificaciones impuestas en forma académica. El autor cae víctima de ellas, cuando, por ejemplo, trata del concepto de « comunidad » (pág. 78), o cuando trata de distinguir entre aspectos intelectuales y asociaciones emocionales (pág. 119). El resultado es, a veces, muy confuso.

T.H.

NOTAS BREVES

Hydrogen Ions, *por Hubert T. S. Britton.* 2 *volúmenes, pág. xix* + 420 *y xix* + 443. *Chapman & Hall Limited, Londres. Tercera edición.* 1942. 36*s. cada volumen.*

Esta obra tan conocida, publicada por vez primera en 1929, pronto se llegó a considerar como obra de referencia en la materia, siendo necesaria la impresión de la segunda edición en 1932. En la actual edición, el autor ha revisado la totalidad del texto y ha añadido muchas partes nuevas que aumentan considerablemente la utilidad de la obra. Especialmente nos alegra ver incluido en ella un capítulo sobre potenciales « Redox », el símbolo *r*H y la utilización de indicadores Redox. Analiza con mucha claridad la importancia de la influencia del *p*H en una gran variedad de casos que caen dentro de la química aplicada, así como también los trabajos recientes de más relieve en la química inorgánica y analítica. El profesor Britton ha escrito una obra de mérito.

The Structure of Steel simply Explained, *por E. Gregory y E. N. Simons. Pág. xv* + 140. *Blackie & Son Limited, London. Segunda edición.* 1942. 5*s.*

Es un libro breve, interesante y escrito con sencillez, que describe la estructura del acero con un mínimum de fraseología técnica. El lector científico en general que desee obtener información acerca de las numerosas y distintas substancias metálicas incluídas en la palabra « acero » no podría hacer nada mejor que seguir el claro relato de la historia hecho por el Dr Gregory y el Sr Simons.

War against Disease, *por Milton Silverman. Pág.* 284. *Michael Joseph Limited, Londres.* 1942. 12*s.* 6*d.*

Los libros de divulgación científica tropiezan frecuentemente con uno de estos dos inconvenientes: si son populares, lo son, generalmente, a expensas de su precisión científica, mientras que si están escritos con rigor científico se hallan expuestos a limitar el interés popular. La obra del Sr Silverman, cuyo subtítulo es « Milagros de la medicina moderna », no adolece de ninguno de estos defectos. Nos informa, de manera gráfica y teatral, sobre el descubrimiento de la quinina, cocaína, aspirina, las vitaminas, la sulfanilamida, etc., viéndose bien lo mucho que el autor se ha preocupado por la verificación de los hechos. El estilo del libro ha hecho necesaria la introducción de conversaciones imaginarias, pero este recurso es por entero admisible. Recomendamos la obra por igual al hombre de ciencia y al lego.

Twins and Super-twins, *por H. H. Newman. Pág.* 164, *con* 19 *ilustraciones. Hutchinson & Company (Publishers) Limited, Londres.* 1942. 10*s.*

El Profesor Newman, dedicado durante más de veinticinco años a un estudio especial de los nacimientos múltiples en el ser humano, intenta en su obra contestar con método y fundamento a preguntas de este tipo: ¿A qué se deben los alumbramientos múltiples? — ¿Hay probabilidad de que los nacidos en un mismo parto sean estériles? — ¿Cuantas clases de nacimientos múltiples distintos existen? — ¿Son de desear los hijos gemelos? El autor ha reunido un gran volumen de información sobre el tema.

Mathematics: its Magic and Mastery, *por Aaron Bakst. Pág. xiv* + 790. *Chapman & Hall Limited, Londres.* 1941. 21*s.*

Este libro constituye una tentativa hábil encaminada a informar al lector general, en forma interesante y hasta divertida, sobre el fundamento de las matemáticas, presentando la ciencia desde el punto de vista de su diversa utilidad en las distintas ramas del esfuerzo humano. Haciendo la salvedad de que el lector tendrá que mantener constantemente despiertos sus sentidos, la tentativa puede calificarse de éxito rotundo. El libro es un excelente donativo para jóvenes inteligentes.